ISSN 0181-1576

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 14 Fascicule 4 1993



PUBLICATION TRIMESTRIELLE
AVEC LE CONCOURS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Novembre 1993

CRYPTOGAMIE
Algologie

ANCIENNE REVUE ALGOLOGIQUE
Fondée par P. Allorge et G. Hamel en 1922

Directeur-Rédacteur: P. Bourrelly
Editeur: A.D.A.C. - 12 rue Buffon F-75005 Paris.

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être adressés (en 3 exemplaires) à la rédaction de Cryptogamie, Algologie. L'avis d'un lecteur au moins sera requis avant accord pour publication. Bien qu'étant une revue de langue française, les articles rédigés en anglais, allemand, italien et espagnol sont acceptés. Les disquettes de micro-ordinateur (IBM, IBM compatible, et MacIntosh) sont vivement souhaitées. Les recommandations aux auteurs sont publiées dans le fascicule 1 de chaque tome. Les auteurs recevront 25 tirés-à-part gratuits; les exemplaires supplémentaires seront à leur charge.

TARIFS DES ABONNEMENTS Tome 15, 1994

CRYPTOGAMIE comprend trois sections: Algologie, Bryologie-Lichénologie, Mycologie.

Pour une section:	France: (326 F ht) 332,85 F ttc -	Étranger: 357,00 F
Pour les 3 sections:	France: (918 F ht) 937,28 F ttc -	Étranger: 1000,00 F

Paiement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de:
A.D.A.C. - CRYPTOGAMIE (CCP La Source 34 764 05 S),
adressé à: A.D.A.C. 12, rue Buffon, F-75005 Paris.

CRYPTOGAMIE, Algologie est indexé par *Aquatic Sciences Fisheries Abstracts Part 1, Biological Abstracts, Chemical Abstratcs, Current Contents, Marine Science Contents Tables (F.A.O.),* Publications bibliographiques du CNRS (Pascal).

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 14 FASCICULE 4 1993

CONTENTS

J. BERTRAND - Diatoms mouvements. III. Vertical polar pivoting of *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rab. Essay on forces quantification 157

G. ALONGI et M. CORMACI - An anomalous reproductive behaviour of *Schizymenia dubyi* from Sicily and a comparative study of sporophytic structures of *Schizymenia epiphytica* (Gigartinales, Rhodophyceae) 173

J. SOTO MORENO y F. CONDE POYALES - Data on benthic algal flora of Alboran Island (Alboran Sea, eastern Mediterranean Sea) 183

A. DELL'UOMO e E. PELLEGRINI - Desmids of a small pit-bog in the Lomasona Fen (Trento, northern Italy) 191

Y. ZALOCAR de DOMITROVIC y H.N. PIZARRO - *Isthmochloron neustonica* a new species of Tribophyceae 199

G.H. TOMASZEWICZ - Errors in spelling of Latin names of taxa belonging to Mesotaeniaceae (Conjugatophyceae) 205

N. ELKHIATI, M. GUERLESQUIN, M. RAMDANI et M. LOUDIKI - On a new locality of *Tolypella glomerata* (Characeae) in Morocco 209

A. LANGANGEN - Some morphological and ecological observations on *Chara canescens* (Charophyte) 215

A. LANGANGEN - *Tolypella canadensis*, a charophyte new to the European flora 221

Table of volume 14 233





MOUVEMENTS DES DIATOMÉES III - LE PIVOTEMENT POLAIRE VERTICAL DE *EUNOTIA PECTINALIS* (Kütz.) Rab.

Essai de quantification des forces*

Jean BERTRAND

42, rue de Malvoisine - 45800 Saint Jean de Braye, France.

RÉSUMÉ - L'observation des mouvements divers d'*Eunotia pectinalis*, et plus particulièrement du pivotement polaire vertical sur 180°, justifie ici une étude complète de biomécanique sur les diatomées. A l'aide de l'analyse cinématique graphique et la connaissance nouvelle de la densité des diatomées benthiques, grâce à la méthode des "vitesses différentielles", nous avons déterminé la variation des efforts et leur quantification nécessaire à la réalisation de ce mouvement. L'application permet également de tester à nouveau les hypothèses de Drum & Hopkins (1966) et de Edgar & Pickett Heaps (1983). Les deux théories sont discutées en fonction des problèmes posés par la morphologie et le mouvement de la diatomée, mais sans pouvoir conclure de manière formelle.

ABSTRACT - The observation of *Eunotia pectinalis* various movements and more precisely of 180° vertical polar pivoting here justifies a complete study of bio-mecanics on diatoms. Through graphic cinematic analysis and the latest discoveries concerning the density of bentic diatoms, thanks to the method of "differential speeds", we could determin the variation of efforts and their quantification in order to achieve that movement. This application can also verify once more the assumptions of Drums & Hopkins (1966) and those of Edgar & Pickett (1983). Both theories are discussed as a function of the problems raised by diatom morphology and movements but cannot allow any formal conclusion.

MOTS CLÉS : Bacillariophycées, diatomées, mouvements, biomécanique, forces, quantifications.

INTRODUCTION

Les mouvements des *Eunotia* Ehr. ont, semble-t-il, été décrits la première fois par Zauer C.M. (1950) pour *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun. Bien que contestés par Drum & Hopkins (1966) nous les avons d'abord confirmés par des mesures de vitesse de déplacement chez *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rab. (Bertrand, 1990), puis par l'analyse des mouvements complets chez *E. pectinalis, E. bilunaris* (Ehr). Mills et *E. bidentulata* W. Smith, (Bertrand, 1992). Depuis nous avons étudié d'autres espèces du genre dont *E. arcus* Ehr. et *E. praerupta* Ehr. (non publié) qui montrent, comme les précédentes, les mêmes aptitudes à se mouvoir. De toutes ces espèces, *Eunotia pectinalis* a particulièrement retenu notre attention car ses cellules, lorsqu'elles sont isolées, ont des

* Communication présentée au 12è Colloque de l'Association des diatomistes de langue française à Marseille (France) du 05 au 09.04.1993.



mouvements originaux. Ainsi, le pivotement polaire vertical sur 180°, à partir de la face connective convexe, pose un problème particulier de biomécanique. Ce mouvement est intéressant à étudier, car la face connective large sur laquelle repose la diatomée ne permet l'exécution du mouvement que dans le plan vertical. Cette disposition facilite l'analyse en éliminant les mouvements coniques. D'autre part, la forme de la diatomée et la disposition des raphés permettent une approche de la quantification des efforts mis en jeu en fonction des théories récentes qui tentent d'expliquer les mouvements. Nous admettrons donc, jusqu'à preuve du contraire, l'existence des microfibrilles évoquées dans les théories de Drum & Hopkins (1966), Hopkins & Drum (1966) et d'Edgar & Pickett-Heaps (1983) qui semblent seules capables d'expliquer les mouvements décrits. Pourtant certains problèmes importants subsistent et peuvent remettre en cause le mode d'action de ces microfibrilles comme nous l'avions suggéré pour *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot (Bertrand, 1991).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le matériel vivant a été récolté dans les marais côtiers près de Cherbourg et d'Orléans (France).

Une maquette en 3 dimensions à l'échelle 1600/1, en altuglas (densité 1,175 g cm^{-3}) a été fabriquée pour simuler les mouvements observés en la plongeant dans un aquarium. D'autre part, une maquette plate, à l'échelle 3500/1, à partir de photos en M.E.B. (W. Güttinger, com. pers.) a été confectionnée pour la vérification des hypothèses d'orientation et d'intensité des efforts mis en jeu. La forme de la cellule ayant servie aux calculs a été calquée sur écran vidéo au grossissement 3500 fois. La densité d'*Eunotia pectinalis* a été calculée à l'aide de la méthode des "Vitesses différentielles" (Bertrand, 1993). Le matériel vidéo est le même que celui déjà utilisé (Bertrand, 1992). Il a permis de réaliser une cassette de 14 minutes d'extraits significatifs.

OBSERVATIONS

Seules sont mobiles les cellules isolées d'*E. pectinalis*. Elles se déplacent sur lame de verre, sous la lamelle couvre-objet, en position horizontale ou verticale et progressent sur le substrat naturel dans l'espace aquatique (Bertrand, 1992).

Le déplacement apical

Sur lame de verre il s'exécute sur la face connective.

Les deux raphés avant (dans le sens de déplacement) prennent seuls appuis, la partie arrière est alors soulevée (fig. 1a). Le mouvement est oscillant horizontalement (jusqu'à ± 15°) et, la plupart du temps, la diatomée se déplace obliquement et ce jusqu'à 45° par rapport à la direction du déplacement (fig. 1b). L'orientation du mouvement se fait sensiblement suivant la diagonale de la cellule. Le mouvement s'accompagne fréquemment d'une oscillation polaire verticale de faible amplitude autour des raphés avant (fig. 1a). La vitesse est lente, en moyenne 1,95 ± 0,31 $\mu m\ s^{-1}$. Il n'a jamais été observé jusqu'à maintenant des déplacements sur les faces valvaires pour cette espèce alors qu'*Eunotia bilunaris* peut effectuer de faibles parcours de 10 à 30 µm. De même, aucun déplacement apical n'a été enregistré lorsque la diatomée repose sur la face connective convexe.

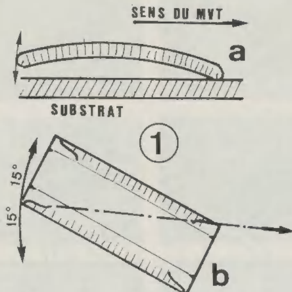


Fig. 1 - Mouvement apical d'*Eunotia pectinalis*. a) Vue par la face valvaire, sur le substrat. L'extrémité arrière est soulevée et oscille verticalement. b) Vue de dessus de la face connective - Déplacement suivant la diagonale de la diatomée avec oscillation latérale de ± 15°.

Les mouvements transapicaux

Les mouvements transapicaux de la face valvaire vers la face connective ou vice-versa ont été recensés (Bertrand, 1992). Depuis nous avons observé plusieurs fois des mouvements transapicaux de 180° de la face connective convexe vers la face connective concave, en passant par la face valvaire (fig. 2a, b, c, d). Bien que nous leur portions le plus vif intérêt, nous ne les étudierons pas dans ce travail, car la réalisation pose des problèmes de biomécanique extrêmement ardus. Il semble que leurs résolutions doivent s'inspirer des méthodes adoptées pour *Rhoicosphenia abbreviata* mais vu leurs complexités, nous ne sommes pas prêts à les aborder.

Le pivotement polaire horizontal

Le pivotement polaire horizontal sur la face connective est fréquent et souvent rapide (360° en 2 secondes). Le pivotement polaire sur la face valvaire n'a pas été observé sur *E. pectinalis*, ce qui n'est pas une preuve de non existence, alors qu'il est fréquent chez *E. bilunaris*. Dans cette espèce, ce mouvement peut être exécuté par une ou plusieurs rotations de 360° en quelques secondes. Il est toujours effectué dans le sens de la concavité, comme il a été montré dans une séquence vidéo*.

* Bertrand J. - 11ème Colloque des diatomistes de langue française- 24 au 28.08.91 Douai - France.

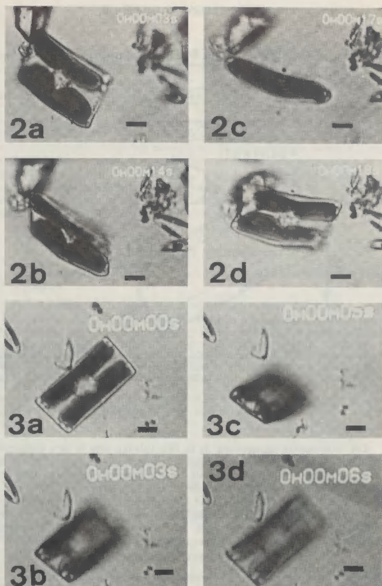


Fig. 2 et 3: *Eunotia pectinalis.*

Fig. 2 - Mouvement transapical (échelle 10 µm). a) Vue de dessus de la face connective. La diatomée repose sur la face convexe. b) Début de rotation autour des deux pôles de la même valve. c) *E. pectinalis* est redressée à 90° par rapport au substrat. d) Fin de rotation sur 180°. La diatomée repose maintenant sur la face connective concave.

Fig. 3 - Pivotement polaire vertical (échelle 10 µm). a) Vue de dessus de la face connective. La diatomée adhère aux deux extrémités. b) La diatomée s'est détachée à une extrémité et pivote verticalement (d'ou le manque de netteté de la partie mobile). c) *E. pectinalis* poursuit son mouvement. d) Reprise de contact des deux extrémités sous la lamelle.

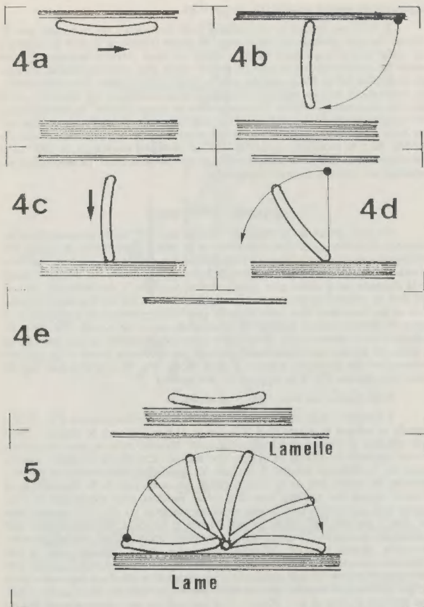


Fig. 4 et 5: *E. pectinalis.*

Fig. 4 - Pivotements polaires verticaux enchaînés. a) Déplacement sous la lamelle, face connective concave en appui. b) Premier pivotement polaire de 90°. c) Chute verticale de la diatomée. d) Deuxième pivotement polaire vertical de 90°, côté face convexe sur la lame. e) Repos sur la face connective convexe.

Fig. 5 - Pivotement vertical de 180° amenant la diatomée, du repos face convexe, à la face concave contre la lame de verre.

Le pivotement polaire vertical (Fig. 3 a, b, c, d)

Il s'effectue lorsque la face connective de la diatomée est en contact avec le substrat. En règle générale, la face concave est contre la lame de verre et la rotation a lieu autour d'un pôle qui porte les deux raphés des faces valvaires opposées. Il a été mesuré des pivotements sur la lame de 5 à 85° suivis d'un retour en position horizontale et de 60 à 90° en 2 à 3 secondes sous la lamelle couvre-objet. Plus curieusement, des mouvements polaires verticaux, complexes et spontanés, ont été observés par 12 fois. Ces observations peuvent être renouvelées en faisant adhérer les diatomées sur une lamelle pendant 10 minutes puis, en posant la lamelle, diatomées en dessous, sur une lame, au moment de l'observation. La chronologie de leur exécution est décrite aux Fig. 4a à 4e complétée par la Fig. 5. C'est le dernier pivotement de 180° de la face convexe vers la face concave qui est à la base de cette étude. Ce mouvement est surprenant car, à priori, il paraît impossible.

ANALYSE - DISCUSSION

On peut s'interroger et douter de la réalité des faits relatés ci-dessus. En effet, lorsque la diatomée repose face connective sur la lame, l'interprétation de l'image microscopique autorise la confusion de l'orientation, face convexe ou concave, vers l'observateur. Toutefois, une étude attentive de la netteté simultanée des différents points de la diatomée sur le même plan optique devrait permettre la discrimination; ceci est vrai pour du matériel sur des préparations définitives mais, sur des diatomées vivantes, il en va tout autrement. Pour lever le doute, une étude dynamique de la position de la diatomée, pendue sous la lamelle, en fonction du centre de gravité (Fig. 6) a été réalisée et nous convainc qu'*E. pectinalis* se pose obligatoirement la face convexe sur la lame. Par ailleurs, ces résultats sont confirmés par 100 essais à l'aide de la maquette tridimensionnelle, immergée, simulant la chute décrite (Fig. 4b, c, d et e) dans laquelle nous avons obtenue 100 % de repos sur la face convexe.

Cette position entraîne plusieurs conséquences.

Les raphés situés aux extrémités de la face connective concave (Fig. 7) sont opposés au substrat et distant de 8 à 16 µm (x 11,6 ± 1,95 µm) de celui-ci. Donc, pour effectuer le pivotement polaire vertical, les éléments moteurs, issus des raphés, devront atteindre le substrat et exercer une traction. Ces efforts devront vaincre la masse de la diatomée soumise à la force de gravitation, additionnée de la force résistante du milieu, lors de la rotation rapide autour du pôle de la diatomée. Deux théories peuvent être utilisées avec des succès variables pour comprendre le pivotement mais, auparavant, nous devons expliquer comment les éléments moteurs, issus des raphés, peuvent atteindre le substrat. Malgré la difficulté, les particularités morphologiques des raphés d'*E. pectinalis* peuvent nous conduire à une solution. En effet, dans cette espèce, bien que le raphé ait sa plus grande longueur dans la face connective concave (L = 9,89 ± 0,93 µm), une branche courte (l = 2,71 ± 0,53 µm) s'inscrit dans la face valvaire sous forme d'un crochet (Fig. 8). Il est donc vraisemblable que les éléments moteurs, qui sont émis latéralement dans les faces valvaires, peuvent atteindre le substrat et y adhérer. Ceci est confirmé par l'observation de l'attraction par la face valvaire d'un bloc de silice important distant de 4 µm et introduit sous la face connective (Fig. 9a, b, c, d) mais également par le basculement transapical de 180° décrit au paragraphe "les mouvements transapicaux". Cependant, si les quatre raphés agissent simultanément, la diatomée est plaquée au substrat rendant le mouvement impossible. Nous pensons plutôt que, lors du contact d'un pôle avec la lame de verre, à la fin de la chute, les microfibrilles mucilagineuses adhèrent au substrat et

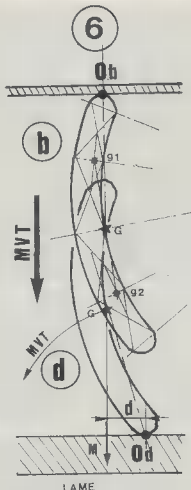


Fig. 6 - *Eunotia pectinalis*. Etude de la chute suivant les séquences de la figure 4 b.c.d. en fonction de la géométrie des appuis. Ob: point de sustentation de la diatomée sous la lamelle couvre-objet (b cerclé); le mouvement vertical MVT (flèche grasse) entraîne *Eunotia pectinalis* jusqu'en Od, point de réception sur la lame (d cerclé); la masse M agissant du centre de gravité G suivant la verticale, à la distance - d - par rapport à Od, provoque le pivotement polaire suivant l'arc de cercle MVT (flèche maigre) vers la face convexe. On note g1 et g2 , centres de gravité secondaires servant à calculer G principal.
Mmt de pivot = M_Gx d, dans laquelle Mmt: moment de pivotement en micron par nanonewtons, MG: Masse de la diatomée au point G en nanogrammes, d: distance projetée entre G et le point d'appui Od en µm.

qu'ensuite lors du pivotement polaire réalisé par roulement sur la face connective convexe, elles s'allongent et assurent ainsi la liaison diatomée substrat. Cette

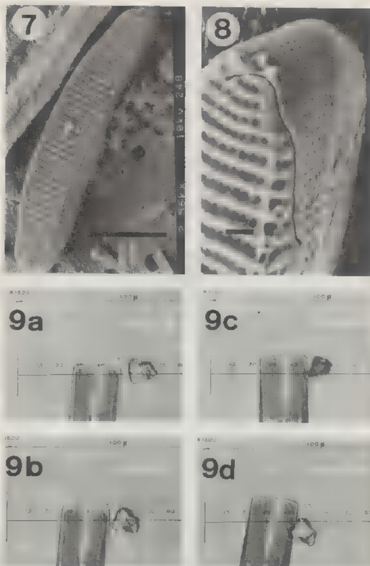


Fig. 7, 8 et 9 - *Eunotia pectinalis* (échelle 10 µm). Fig. 7 - Vue de la face valvaire et de la face connective d'une valve. Fig. 8 - Extrémité du frustule montrant le parcours du raphé dans la face valvaire et connective ainsi que la morphologie du frustule à cet endroit. (échelle 1 µm)

Fig. 9 - Capture d'un morceau de silice par la face valvaire. a) Approche de la diatomée distante de 4 µm. b) Attraction de la particule. La diatomée ne s'est pas déplacée latéralement. c) Pivotement vertical de la particule. d) Glissement de la particule sous *E. pectinalis*.

hypothèse semble confirmée par le fait que la rotation verticale s'effectue autour du pôle ayant pris contact avec le substrat.

Ce point éclairci, nous pouvons aborder le problème de la rotation dans le cadre de deux hypothèses contradictoires.

1°) **Dans l'hypothèse Edgar [redacted] Pickett-Heaps (1983)** proposant le glissement des microfibrilles dans le raphé, nous admettrons, comme supposé ci-dessus, que celles-ci, émises au niveau de l'hélictoglosse en (H) s'accrochent au substrat en (S), point de contact de la chute. Cette situation nous conduit à proposer deux possibilités:

a) les microfibrilles exercent une traction en se déplaçant le long du raphé, de l'apex vers le centre. Elles chevauchent latéralement le bord du frustule jusqu'à l'extrémité du raphé situé dans la face connective concave, en retrait du bord du frustule d'environ 3 µm (Fig. 10). Elles se comportent, alors, comme des câbles qui tractent une péniche. Toutefois, dans cette hypothèse, le glissement latéral sur les bords du frustule apparaît problématique, en raison de la rugosité de certaines cellules (Fig. 8). Quoiqu'il en soit, même si nous avions des bords lisses comme dans *E. parallela* Ehrenberg, le pivotement n'atteindrait que 34°, compte tenu de la faible longueur du raphé. De plus, dans la décomposition des forces de traction, il existe une composante verticale (fp) plus faible que la composante horizontale (fd) qui fait glisser la diatomée longitudinalement, rendant impossible le pivotement polaire, puisque l'orientation des forces de traction devient concourante aux rayons de courbure (R) du frustule.

b) Les microfibrilles glissent longitudinalement dans les rainures de l'extrémité du raphé qui se comporte comme la gorge d'une poulie (Fig. 11). Dans ce cas, la po-

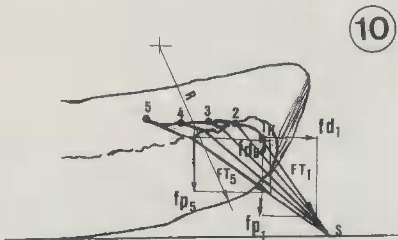


Fig. 10 - Hypothèse de traction latérale des microfibrilles chevauchant le bord du frustule. 1 à 5: positions successives des microfibrilles. FT_1: force de traction exercée par celle-ci, issues de l'hélictoglosse (H) en position 1, orientée vers S point d'ancrage sur le substrat. fd_1: force de déplacement; composante horizontale de la force FT au point 1. fp_1: force d'appui; composante verticale de la force FT au point 1. FT_5, fd_5, fp_5: les mêmes forces, avec des intensités différentes, issues du point 5.

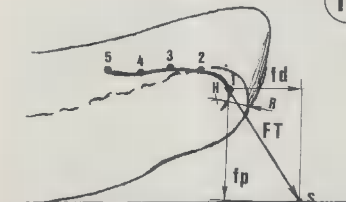


Fig. 11 - Hypothèse de traction longitudinale des microfibrilles glissant dans le canal raphéal. Les microfibrilles sont issues uniquement du point 1, dans l'hélictoglosse H. La force FT est invariable lors de la rétractation des microfibrilles, de 1 à 5. fd: force de déplacement et fp force d'appui sont également constantes. On note R: rayon de l'extrémité du frustule de la diatomée.

sition du point de traction, sur la face valvaire, ne change pas et évite l'annulation des efforts rencontrés dans l'hypothèse précédente. Cependant, le déplacement des microfibrilles, limité à la longueur du raphé, n'engendre qu'un pivotement polaire de 45°, à moins que le glissement puisse se poursuivre à l'intérieur de la diatomée. Par ailleurs, dans cette hypothèse, le remplacement des microfibrilles devient presque impossible car les premières émises sont sous tension dû à l'effort de traction et empêchent, semble t-il, les suivantes de sortir du raphé par obturation de celui-ci. Dans les deux cas (a et b) les calculs ne correspondent pas aux observations.

2°) **Dans l'hypothèse de Drum & Hopkins (1966)** qui évoque la contraction des microfibrilles nous démontrons (Fig. 12) par la cinématique et la mécanique statique (Larralde, 1981) que le pivotement a bien lieu sur 90°. Il permet ainsi à la projection verticale du centre de gravité (G) de la diatomée de dépasser le point d'appui (O) et ainsi de poursuivre le mouvement de rotation par une chute sur la face connective concave. Toutefois, il est indispensable que le point d'application de la force de traction sur la diatomée, confondu avec le point d'introduction des microfibrilles, soit situé à un endroit tel que la direction des forces soit non concourante au rayon de courbure de l'extrémité de la valve; sinon, il y a équilibre statique, donc immobilité. Ceci dépend évidemment de la forme du frustule à cet endroit et, compte tenu de sa variabilité, (Steinman & Sheath, 1984; Krammer & Lange-Bertalot, 1991; Ales *et al.*, 1991) les points d'équilibre seront très différents et le pivotement polaire probablement impossible pour certaines cellules. Le point d'insertion semble être au niveau de l'hélictoglosse (Fig. 13 a, b) et non à l'extrémité de la branche du raphé, située dans la face valvaire. C'est le cas de la plupart des *Eunotia* car le raphé n'est pas perforé à l'intérieur dans la branche recourbée (Fig. 14 a, b,) comme l'a montré également Le Cohu (1993). Cependant, ce phénomène requiert une rétractation d'environ 12 à 15 µm

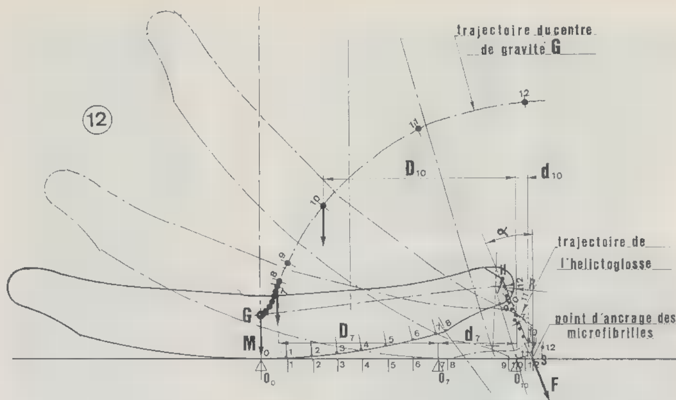


Fig. 12 - Analyse cinématique graphique. Détermination des positions simultanées du centre de gravité G et du point de traction des microfibrilles (H), en fonction de la forme et de la rotation de la diatomée. Les positions respectives de G et H suivant les points 0 à 12 déterminent les distances D_0 à D_{12}, d_0 à d_{12} aux appuis O_0 à O_{12} et S, point fixe d'ancrage sur le substrat. Ils permettent le calcul de la force F à chaque position. On note R: rayon de l'extrémité du frustule; α: angle formé par la projection verticale du vecteur de la masse M à partir de G et de l'orientation de F issu de H vers S.

Source : MNHN, Paris

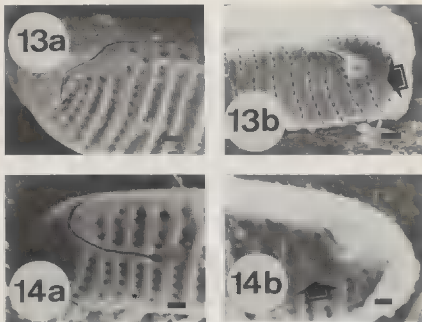


Fig. 13 - *Eunotia pectinalis* (échelle 1 µm). Extrémité d'un frustule a) Vue extérieure de l'extrémité du crochet raphéal. b) Vue intérieure. On peut constater l'absence de fissure à l'intérieur correspondant à la partie lisse entre les pores (flèche).
Fig. 14 - *Eunotia bilunaris* (échelle 1 µm). Extrémité d'un frustule b) Vue extérieure. a) Vue intérieure. L'absence de crochet raphéal à l'intérieur est encore plus marquée qu'avec *E. pectinalis* (flèche).

et paraît très important; mais puisque nous avons admis la possibilité d'un allongement de cet ordre, lors de la chute, l'hypothèse semble réaliste.

QUANTIFICATION DES FORCES

Quoiqu'il en soit, l'hypothèse qui convient le mieux, pour rendre compte des observations, doit impérativement inclure la nécessité, pour la diatomée, de développer des forces qui permettent l'exécution des mouvements. La détermination de l'intensité et de la direction des efforts est possible grâce à une simulation cinématique graphique (Fig. 12) montrant le déplacement des masses en fonction de la position des appuis. Ensuite, à l'aide des équations simples des moments des forces par rapport à un point mobile, on détermine, pas à pas, la valeur relative de ces forces. Nous avons ainsi construit la courbe de variation des efforts de traction en fonction des positions successives prises par la diatomée au cours de la rotation (Fig. 15). Nous remarquons qu'*E. pectinalis* doit développer un effort de traction dans ses microfibrilles égal à 24 fois sa masse, dans le cas de la simulation, mais peut atteindre 32 fois, en fonction des dimensions maximales de la diatomée. Par ailleurs, de nombreux paramètres dûs à la géométrie de la diatomée, tels que la courbure de l'axe apical qui a une grande influ-

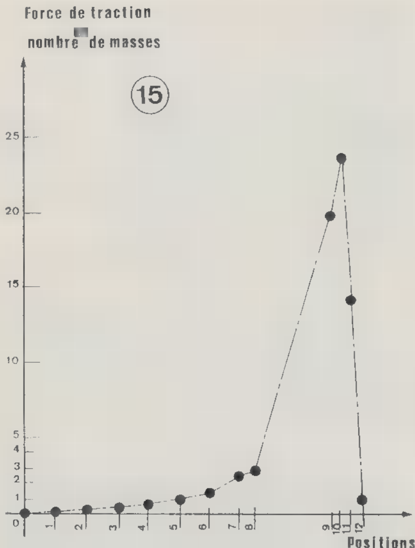


Fig. 15 - Courbe de variation des efforts de traction des microfibrilles lors du pivotement polaire vertical. L'effort en [10] atteint 24 fois la masse de la diatomée.

ence sur la position du centre de gravité et le rayon plus ou moins important de l'extrémité apicale, font varier ces efforts dans des proportions importantes.

En valeur absolue, lorsque la diatomée est immergée, la force de traction maximale nécessaire atteint 2 790 nanonewtons. Cette valeur est aisément calculable à

l'aide d'équations simples de la mécanique statique dès l'instant où l'on connaît la densité (*E. pectinalis* = 1.802 g cm^{-3}) et le volume de l'organisme, donc le poids réel dans l'eau. Pour la simulation décrite ici, nous avons relevé et utilisé les valeurs suivantes:

L = 104 µm, l = 6 µm, e = 24 µm; d'où un volume = 14.976 μm^3

dans laquelle L: longueur réelle de la diatomée, l: largeur de vue valvaire, e: largeur de la vue connective.

Ce qui permet d'obtenir: Masse de la diatomée = 26.957 picogrammes soit 27 nanogrammes; poids dans l'eau = 117,5 nanonewtons; force de traction maximale en position 10 sur Fig. 12 suivant l'équation:

F_n= M x Dn/dn x cos α = 2 753 nanonewtons.

dans laquelle F: force de traction en nanonewtons, M: masse de la diatomée en nanogrammes, D_n: distance projetée entre le centre de gravité G et le point d'appui O - en µm, d_n: distance projetée entre le point d'appui O et le point d'ancrage H des microfibrilles en µm, Cos α: cosinus de l'angle formé entre la direction de la force F et la projection verticale du centre de gravité.

A cette force doit être additionnée la force résistante due à la rotation de la diatomée. Celle-ci a été mesurée sur la maquette immergée dans un courant de 0,35 m s^{-1}; ensuite, grâce à un calcul de réduction homothétique d'échelle, nous obtenons une valeur de 37 nanonewtons, qui est extrêmement faible, et pose le problème du rôle de la viscosité réelle du milieu.

Mais qu'en est-il réellement ? Malheureusement nous ne sommes pas en mesure de le préciser car aucun travail n'a été entrepris à ce jour pour tenter des mesures directes, hormis ceux de Harper & Harper (1967) concernant les forces d'adhésion sur le substrat de quelques espèces. D'après cet auteur *Amphora ovalis* (Kütz.) Kützing développait une force de 2150 à 4800 nanonewtons. Bien que cette valeur soit comparable à celle calculée plus haut, nous ne pensons pas que ces chiffres puissent être comparés utilement aux efforts de traction des microfibrilles, car les phénomènes d'adhérence sont probablement très différents. Aussi nous considérons ces résultats théoriques comme provisoires.

CONCLUSION

Plusieurs auteurs ont montré et déterminé l'origine du mucus et peut-être des microfibrilles sur les diatomées raphidées (Harper & Harper, 1967; Drum & Hopkins, 1986; Edgar & Pickett-Heaps, 1983). Puis Iwasa & Shimizu (1972) sur *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, Medlin *et al.* (1986) sur *Actinocyclus subtilis* (Greg.) Ralfs, Pickett-Heaps *et al.* (1986) avec *Ondotella sinensis* (Grev.) Grunow, Pickett-Heaps *et al.* (1991) sur *Ardissonea cristallina* (Ag.) Kützing, ont démontré que la présence du mucus est en relation avec de faibles déplacements chez les diatomées centriques et certaines araphidées. C'est donc un fait acquis et incontestable. Par contre, chez les raphidées, l'extrusion seule du mucus ne permet pas d'expliquer la diversité, la complexité et la rapidité des mouvements observés ainsi que les efforts mis en jeu pour obtenir ces mouvements. Des deux théories testées ci-dessus, à l'aide du mouvement polaire vertical d'*Eunotia pectinalis* reposant sur des observations précises, celle de Drum & Hopkins (1966) semble être la mieux adaptée pour expliquer ce mouvement. Par contre, la théorie de Edgar & Pickett-Heaps (1983) explique mieux le déplacement apical et, comme dans l'étude sur *Rhoicosphenia abbreviata* (Bertrand, 1991) nous ne pouvons conclure avec certitude.

Faut-il alors envisager deux types d'éléments moteur ? Les uns fixes et rétractiles disposés aux extrémités des branches des raphés et permettant divers mouvements; les autres mobiles axialement dans le raphé assurant les déplacements apicaux ! Nous ne le pensons pas, car les observations des mouvements des particules entraînées au-dessous des nodules centraux des raphés (Edgar, 1983) infirment en partie cette suggestion. Les moyens développés par les diatomées pour obtenir divers mouvements complexes restent à découvrir et bien d'autres travaux devront être poursuivis pour avoir une idée plus claire des relations physiques diatomées-substrat. Nous pensons en particulier à l'étude des mouvements des monoraphidés, car ce choix est dicté par la nécessité d'éliminer l'interaction possible des deux raphés des valves opposées dans les biraphidées classiques. Egalement, dans l'étude des mouvements, l'application correcte de l'analyse cinématique graphique devrait permettre de quantifier tous les efforts mis en jeu, en donnant des ordres de grandeur qui faciliteront la réflexion sur le nombre, la disposition et l'efficacité des hypothétiques microfibrilles.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie particulièrement W. Güttinger pour l'excellence des photographies en M.E.B. (Fig. 7, 8, 13, 14, 15) dont une faible partie illustre cet article, sans oublier C. Bertrand, pour l'aide importante dans le domaine de la transcription.

BIBLIOGRAPHIE

ALLES E., NÖRPEL-SCHEMPP M. & LANGE-BERTALOT H., 1991 - zur Systematik und Ökologie charakteristischer *Eunotia*. Arten (Bacillariophyceae) in electrolytarmen Bachoberlaüfen. *Nova Hedwigia*. 53 (1-2): 171-213.

BERTRAND J., 1990 - La vitesse de déplacement des diatomées. Diatom Research 5 (2): 223-239.

BERTRAND J., 1991 - Mouvements des diatomées - I - L'équilibre dynamique chez *Rhoicosphenia abbreviata. Cryptogamie, Algol.* 12 (1): 11-29.

BERTRAND J., 1992 - Mouvements des diatomées - II - Synthèse des mouvements. *Cryptogamie, Algol.* 13 (1): 49-71.

BERTRAND J., 1993 - La densité des diatomées benthiques: une nouvelle méthode de mesure (vitesses différentielles). *Cryptogamie, Algol.* 14 (1): 21-35.

DRUM R.W. & HOPKINS J.T., 1966 - Diatom locomotion: an explanation. *Protoplasma* 62: 1-33.

EDGAR L.A. & PICKETT-HEAPS J.D., 1983 - The mecanism of diatom locomotion. An ultrastructural study of the motility apparatus. *Proc. R. Soc. Lond.* B 218: 333-343.

HARPER M.A. & HARPER J.F., 1967 - Measurements of diatom adhesion and their relationship with movement. *Br. phycol. Bull.* 3 (2): 195-207.

HOPKINS J.T. & DRUM R.W., 1966 - Diatom motility: an explanation and a problem. *Brit. Phycol. Bull.* 3 (1): 63-67.

IWASA K. & SHIMIZU A., 1972 - Motility of the diatom, *Phaeodactylum tricornutum. Exp. C. Res.* 74: 552-558.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991 - *Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In* Süsswasserflora von Mitteleuropa Band 2/3. Ed Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 576 p.

LARRALDE J.P., 1981 - *Mécanique statique - Méthode graphique.* Paris, Masson, 200p.

LE COHU R., 1993 - Cingulum et système raphéen chez *Eunotia arcus* et *Eunotia bilunaris* (Bacillariophycées). *Cryptogamie, Algol.* 14 (1): 11-19.

MEDLIN L.K., CRAWFORD R.M. & ANDERSEN R.A., 1986 - Histochimical and ultrastructural evidence for the function of the labiate process in the movement of centric diatom. *Brit. Phycol. J.* 21: 297-301.

PICKETT-HEAPS J.D., HILL D.R.A. & WETHERBEE R., 1986 - Cellular movement in the centric diatom *Odontella sinensis*. *J. Phycol.* 22: 334-339.

PICKETT-HEAPS J.D., HILL D.R.A. & BLAZE K.L., 1991 - Active gliding motility in an araphid marine diatom *Ardissonea* (formerly *Synedra*) *crystallina*. *J. phycol.* 27: 718-725.

STEINMAN A.D. & SHEATH R.G., 1984 - Morphological variability of *Eunotia pectinalis* (Bacillariophyceae) in a softwater Rhode Island stream and in culture. *J. phycol.* 20: 266-276.

ZAUER C.M., 1950 - Movement of *Eunotia lunaris* in connection with the problem of locomotion of diatom in general. *Dokl. Akad. Navk SSS* 72: 1131-3 (in Russian).

UN COMPORTEMENT PARTICULIER DU *SCHIZYMENIA DUBYI* DE SICILE, ET INTERPRÉTATION DU CAS DU *SCHIZYMENIA EPIPHYTICA* (GIGARTINALES, RHODOPHYCEAE)

Giuseppina ALONGI et Mario CORMACI

Istituto e Orto Botanico dell'Università, Via A. Longo 19
95125 Catania, Italie.

RÉSUMÉ - *Schizymenia dubyi* des côtes nord orientales de la Sicile présente souvent des tétrasporophytes en forme de disques, implantés sur les gamétophytes. Ces tétrasporophytes qui se forment sur la lame foliacée du *S. dubyi*, suite à la germination *in situ* des carpospores, sont décrits. La comparaison de ces formations discoïdes avec celles du *Schizymenia epiphytica* permet d'écarter cette espèce du genre *Schizymenia* et de la rattacher au genre *Opuntiella*, comme l'avait déjà proposé Kylin (1941).

ABSTRACT - *Schizymenia dubyi* from Eastern coast of Sicily often shows disciform tetrasporophytes growing [redacted] gametophytic thalli. They derivate from *in situ* germination of carpospores. The comparison with disciform tetrasporophytes of *Schizymenia epiphytica*, supports Kylin's (1941) hypothesis that the latter species should be referred to the genus *Opuntiella*.

MOTS CLÉS : *Schizymenia dubyi, Schizymenia epiphytica, Haematocelis, Opuntiella*, germination *in situ*, cycle de développement.

KEY WORDS : *Schizymenia dubyi, Schizymenia epiphytica, Haematocelis, Opuntiella*, germination *in situ*, life history.

INTRODUCTION

Le *Schizymenia dubyi* (Chauvin ex Duby) J. Agardh n'était connu dans la nature à l'état fertile que par ses gamétophytes. Son cycle biologique est demeuré longtemps inconnu.

Chemin (1937) qui avait remarqué que, dans la nature, les lames étaient fixées sur un petit disque, a obtenu en culture à partir des carpospores des disques pouvant atteindre 4mm de diamètre. Les carpospores mises en culture par Codomier (1981) se sont développées en disques hémisphériques pluristratifiés qui ont donné naissance à la fronde foliacée, ce qui a conduit cet auteur à supposer que le cycle de cette espèce était haplobiontique.

L'implication d'un tétrasporophyte connu sous le nom d'*Haematocelis rubens* J. Agardh a ensuite été proposée: Ardré (1977) ayant observé dans la nature que les lames foliacées gamétophytiques naissaient d'un thalle rampant de type *Hamaetocelis*,

porteur parfois de tétrasporocystes zonés, a supposé que l'*Haemacocelis rubens* constituait la génération tétrasporophytique du *Schizymenia dubyi*. Deux études ont permis de confirmer cette hypothèse. D'une part, Sciuto *et al.* (1979) ont retrouvé chez l'*H. rubens* l'acide pyrrolidine 2,5-dicarboxylique, métabolite particulier découvert chez le *S. dubyi* (Impellizzeri *et al.*, 1975), mais qui est absent chez une cinquantaine d'autres espèces de Floridées. D'autre part, les cultures réalisées à partir de matériel récolté dans la nature ont confirmées que l'*Haematocelis* constituait bien la génération tétrasporophytique du *Schizymenia* (Ardré, 1980). Fondamentalement ce cycle serait trigénétique hétéromorphe et haplodiplophasique.

Ce même cycle se retrouve également chez le *Schizymenia pacifica* des côtes de l'Amérique du Nord (DeCew *et al.*, 1922a). Ces auteurs avancent l'hypothèse que *S. pacifica* et *S. dubyi* pourraient être conspécifiques.

La découverte dans la nature de thalles foliacés de *S. dubyi*, portant, directement plaqués sur les frondes, des thalles discoïdes semblables à l'*H. rubens*, évoque le *Schizymenia epiphytica* (Setchell et Lawson) Smith et Hollenberg (1943).

S. epiphytica [redacted] fait l'objet d'interprétations diverses selon les auteurs. Tout d'abord Setchell & Lawson (in Setchell, 1905) décrivent *Peyssonneliopsis epiphytica* comme un parasite pourvu de tétrasporocystes zonés sur des frondes de *Callymenia sp.* (distribué dans Phycologia Boreali Americana sous le n° 1049); pour ces auteurs il s'agit donc de deux entités autonomes. Kylin (1941), se fondant sur l'étude du n° 1049 du P.B.A., identifie l'hôte comme *Opuntiella californica* (Farlow) Kylin et suppose que le *Peyssonneliopsis* pourvu, comme son hôte, de cellules glandulaires, serait probablement le tétrasporophyte inconnu jusqu'alors de *O. californica*. Dès 1936, Gardner avait suggéré une opinion semblable: *P. epiphytica* serait une fructification de l'algue hôte foliacée (in Smith & Hollenberg, 1943); ces auteurs se rallient à l'hypothèse de Gardner mais, après examen des premiers stades du développement du carposporophyte (n° 1049 du P.B.A.), estiment qu'il serait plus étroitement apparenté au genre *Schizymenia* qu'au genre *Opuntiella*. A côté de ces suggestions, Smith (1944) puis Abbott & Hollenberg (1976) stipulent, dans la description du genre *Opuntiella*, que les tétrasporocystes zonés se situent juste sous la surface des lames. Plus tard Kylin (1956), dans la description du genre *Opuntiella*, cite Smith (1944) qui a affirmé que les tétrasporocystes zonés se rencontrent sur la lame, mais il maintient que *Peyssonneliopsis* représente [redacted] doute le tétrasporophyte de *O. californica* (Kylin, 1941), tout en indiquant que Smith & Hollenberg (1943) ont regroupé *Peyssonneliopsis* et son hôte supposé sous le nom de *Schizymenia epiphytica*.

Récemment DeCew *et al.* (1992b) ont élucidé par des cultures le cycle de *O. californica*: les carpospores se développent [redacted] un thalle encroûtant, pourvu de cellules glandulaires et de tétrasporocystes zonés, identique au *Cruoria profunda* Dawson souvent associé à *O. californica* dans la nature.

L'étude comparative des thalles en croûte portés par les *S. dubyi* de Sicile et le *S. epiphytica* permettra de conclure si le rapprochement entre ces deux algues peut être justifié.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Des thalles du *S. dubyi* (Fig. 1), portant sur les frondes foliacées des structures discoïdes semblables à l'*H. rubens*, ont été récoltés par les auteurs à plusieurs reprises le long des côtes orientales de Sicile: déjà, en juin 1985 à Capo Molini, puis en juin 1990, enfin en juin 1991 en cette même place. Les thalles s'y trouvaient par 0,5 m de

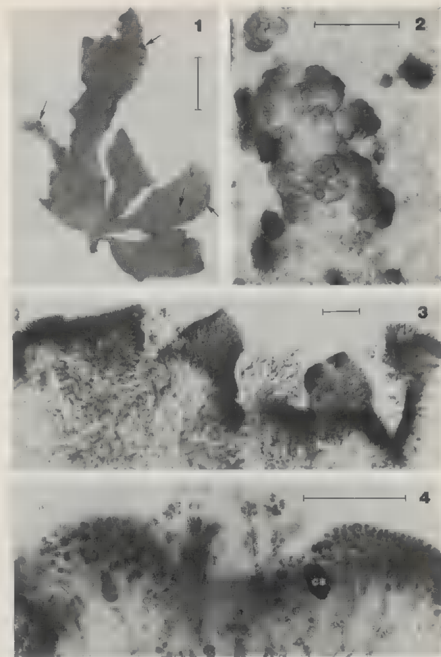
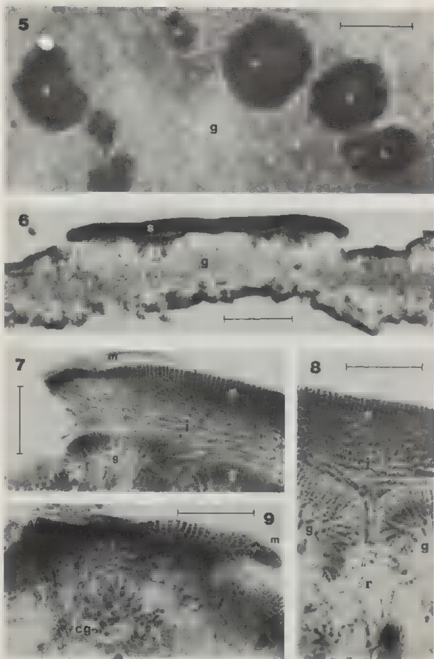


Fig. 1-4: *Schizymenia dubyi*. Fig. 1: Thalle gamétophytique avec des tétrasporophytes épiphytes (flèches). Fig. 2: région fertile mâle, vue de dessus. Fig. 3: coupe transversale au niveau de la région fertile mâle. Fig. 4: détail de filaments spermatangiaux. (cs) cellule sécrétrice.
Le trait d'échelle représente 2 cm (Fig. 1), 0.5 cm (Fig. 2), 100 µm (Figs 3, 4).


5
g
6
g
7
m
g
8
g
g
r
9
m
cg

fond dans un peuplement de *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet *in* Bornet et Thuret, *Gigartina acicularis* (Roth) Lamouroux et *Corallina elongata* Ellis et Solander et fixés en grand nombre sur des blocs arrondis, de nature volcanique, qui caractérisent les fonds de l'infralittoral supérieur d'une portion étendue de la côte au Nord de Catane. Des thalles semblables, récoltés à Pozzillo (Catane) en juillet 1974, ont été retrouvés parmi les exemplaires d'herbier.

Le matériel, conservé en eau de mer formolée à 2,5%, a été sectionné au microtome à congélation et coloré extemporanément, pour les observations et la photographie, avec du Lugol. Des fragments du *S. dubyi*, portant des thalles discoïdes de *H. rubens* au stade initial de son développement (disques de moins de 0,3 mm de diamètre) ont été coupés à la main, colorés avec une solution de bleu d'aniline (1%), HCl 1N (3%), et montés au Karo à 50% d'eau de mer.

Des thalles du *S. dubyi*, portant des *H. rubens*, recueillis dans les mêmes stations en juin 1990 et 1991, ont été mis en culture pour suivre la libération et la germination des carpospores. Ces cultures ont été entretenues sur milieu de Von Stosch à 50% d'eau de mer, à la température de 18°C ± 1 et placés en lumière artificielle fournie par des tubes fluorescents (Sylvania, type cool-white) sous une intensité de 1000 lx environ, selon une photo-période de 12/12.

Nous avons étudié aussi le matériel type du *Schizymenia epiphytica* (UC **94971**, Pacific Grove, Monterey Co., California) ainsi que des thalles de la même espèce provenant des côtes californiennes et conservés dans l'herbier de l'Université de Berkeley sous le nom de *Peyssonneliopsis epiphytica:* **UC Jar 30 vial 7**, Carmel Bay 9-18/05/1933, Gardner 7298; **UC Jar 62 vial 1**, Moss Beach, Carmel, California 1/08/1948 coll. L. Eubank; **UC Jar 70**, cast shore, Bird Rocks near Pacific Grove, Monterey Co., California 27/04/1950, coll. D. Erskine.

OBSERVATIONS

Schizymenia dubyi de Sicile

Tous les thalles recueillis sont des gamétophytes monoïques. Ces individus présentent, dans la région subcorticale, des rameaux carpogoniaux ainsi que des gonimoblastes à différents stades de développement et, à la surface de la lame, des aires verruqueuses (Fig. 2), par suite de l'allongement des cellules subcorticales, qui correspondent à des organes mâles. Sur les cellules terminales de ces filaments (Fig. 3 et 4) se forment des spermaties (environ 3 µm de diamètre), en nombre variable de deux à plusieurs.

Nous disposons de peu d'observations sur les organes reproducteurs mâles du genre *Schizymenia*. Tazawa (1975: 124, fig. 21) décrit de façon suffisamment détaillée les sores de

---

Figures 5-9: Sporophyte encroûtant (s) du *Schizymenia dubyi* sur la lame gamétophytique (g). Fig. 5: Sporophytes, vue de dessus. Fig. 6: Section transversale d'un sporophyte sur la lame gamétophytique. Fig. 7: Section transversale du sporophyte, à la marge du disque. Fig. 8: Section transversale du sporophyte, au centre du disque. Fig. 9: Section transversale de la lame du *S. dubyi* montrant des carpospores germées *in situ* (cg) et un sporophyte en formation. Strate mucilagineuse marginale (m), filaments du périthalle (p), filaments de l'hypothalle (i), filament rhizoïdaux (r).
Le trait d'échelle représente 2 ▬ (Fig. 5), 0,5 mm (Fig. 6), 100 µm (Fig. 7, 8, 9).

spermatocystes du *S. dubyi* du Japon. Ardré (1977: 77, Pl. II, fig. 6) décrit ces sores comme: "plages claires sur les deux faces, dans des parties relativement jeunes"; par la suite Ardré (1980: 116, Pl. 3, fig. 16) décrit aussi l'origine de ces spermatocystes: "ils naissent des cellules corticales superficielles". Dixon & Irvine (1977) aussi décrivent les spermatocystes chez *S. dubyi* d'Angleterre comme: "spermatangia in large superficial sori". Enfin, DeCew *et al.* (1992a) publient, mais [redacted] commentaire, une figure des spermatocystes du *S. pacifica* (p. 563, fig. 23). Toutes ces descriptions et figures sont parfaitement comparables mais ne semblent toutefois pas correspondre aux spermatocystes que nous avons observés et que nous décrivons dans ce travail. Selon Abbott (1967) le *S. dubyi* du Japon est à rapporter [redacted] *S. pacifica*; DeCew *et al.* (1992a) supposent que *S. dubyi* et *S. pacifica* sont conspécifiques. L'étude comparative des *S. pacifica*, *S. dubyi* de l'Atlantique et de la Méditerranée serait souhaitable pour éclaircir l'identité de ces algues.

Certains de ces thalles montrent à leur surface de petits disques (Fig. 5) fortement colorés en rouge, sauf une étroite zone marginale plus claire de nature mucilagineuse qui est bien visible en section transversale (Fig. 7). Le diamètre de ces disques varie de quelques centaines de micromètres [redacted] 2-3 mm. Presque parfaitement circulaires lorsqu'ils sont isolés, ils deviennent plus ou moins lobés lorsqu'en s'accroissant, ils entrent en contact avec d'autres disques. Aucun de ces disques n'a été trouvé fertile.

En section transversale (Fig. 6) ces disques, dont l'épaisseur varie de 100 à 200 µm, montrent trois types de filaments cellulaires (Figs 7-8): (i) des filaments hypothalliens horizontaux, à cellules longues de 3-5 fois leur diamètre, qui se développent à la surface de la lame; (ii) des filaments périthalliens verticaux, à cellules longues de 1-2 fois leur diamètre, qui se forment à partir des filaments hypothalliens; (iii) des petits faisceaux de filaments rhizoïdaux à cellules très allongées qui se forment à partir des filament hypothalliens et pénètrent parmi les cellules corticales du thalle pour rejoindre la région médullaire (Fig. 8).

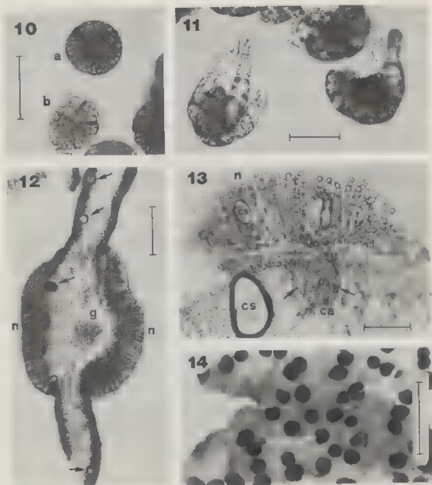
Cette structure est parfaitement semblable à celle des thalles d'*Haematocelis rubens* qu'on retrouve fertiles à l'état épilithe dans les même stations (Cormaci *et al.*, 1976; Sciuto *et al.*, 1979).

Au-dessous des jeunes disques (Fig. 9), de moins de 0,5 mm de diamètre, on observe, dans l'épaisseur de la lame, plusieurs carpospores germées *in situ* dont les filaments croissent vers une des faces du thalle, traversent la médulla et le cortex et donnent naissance aux disques à la surface de la lame.

Dans le but de vérifier si les carpospores formées sur des thalles portant des disques peuvent également germer en dehors du thalle gamétophytique, nous avons conduit des observations en culture. Quelques heures après la mise en culture, la libération d'une quantité considérable de carpospores avait lieu. Plusieurs d'entre elles montraient les premières divisions (Fig. 10) selon le schéma observé et décrit par Chemin (1937) et par DeCew *et al.* (1922a). Quatre jours plus tard, après des divisions ultérieures, les plantules ont pris la forme d'amas subsphériques (Fig. 11) à partir desquels se sont développés des filaments qui ressemblent, par la forme et la taille de leurs cellules, à ceux qui se forment chez le *S. dubyi* lors de la germination *in situ* des carpospores.

Observations du *Schizymenia epiphytica*

L'étude des échantillons du *Schizymenia epiphytica* provenant des côtes californiennes nous a permis de confirmer les observations sur l'origine de la génération tétrasporophytique de cette espèce (Smith & Hollenberg, 1943). En effet, dans l'épaisseur de lame on ne trouve pas de gonimoblastes avec des carpospores mais



Figures 10-14. - Figs 10-11: *Schizymenia dubyi*. Fig. 10: carpospores 24 heures après leur émission. Carpospore avant la division (a), carpospore après les premières divisions (b). Fig. 11: plantules âgées de 5 jours issues de la germination des carpospores. Figs 12-14: *Schizymenia epiphytica*. Fig. 12: section transversale de la lame gamétophytique montrant deux némathécies mûres (n); gonimoblastes (g); cellules sécrétrices (flèches). Fig. 13: détail montrant une cellule auxiliaire volumineuse (ca) entourée de filaments gonimoblastiques (flèche) qui donnent naissance à la némathécie (n); tétrasporocystes (t); cellules sécrétrices (cs). Fig. 14: lame avec des némathécies mûres, vue de dessus. Le trait d'échelle représente 30 µm (Figs 10, 11), 250 µm (Fig. 12), 50 µm (Fig. 13), 4 mm (Fig. 14).

seulement des filaments cellulaires qui semblent se former à partir de la cellule auxiliaire (Fig. 13).

Il est à noter que les disques tétrasporifères sont toujours présents sur les deux faces de la lame (Fig. 12), le développement de ces disques étant parfois à des stades de maturité un peu différents (Fig. 14). Ces structures ne semblent pas se former de façon accidentelle par la germination *in situ* des carpospores, comme chez le *S. dubyi*, mais bien par la prolifération de filaments vers les deux faces de la lame à partir, semble-t-il, de la cellule auxiliaire.

DISCUSSION ET CONCLUSION

D'après ces observations on peut admettre que, chez *S. dubyi*, les carpospores peuvent, dans certains cas, germer *in situ*, produisant à la surface du gamétophyte un petit tétrasporophyte encroûtant. Cette particularité, bien qu'intéressante, est mineure et ne modifie en rien le cycle trigénétique hétéromorphe de cette espèce qui, normalement, présente un tétrasporophyte libre (Ardré, 1980).

Le tétrasporophyte (stade *Haematocelis*) ne comporte pas de cellules glandulaires chez *S. dubyi* (Ardré, 1977, 1980) ni chez *S. pacifica* (DeCew *et al.*, 1992a); il est par conséquent bien différent des némathécies du *S. epiphytica* qui comportent des cellules glandulaires volumineuses. Le *S. epiphytica* doit donc être écarté du genre *Schizymenia*. Par contre ses némathécies présentent de grandes analogies avec les tétrasporophytes encroûtants pourvus des cellules glandulaires d'*O. californica* (DeCew *et al.*, 1992b).

L'hypothèse de Kylin (1941) se révèle donc exacte: le *Peyssonneliopsis* constitue le tétrasporophyte d'*Opuntiella californica*, ou d'un *Opuntiella* non décrit (Kylin *in litt.*, Smith & Hollenberg, 1943). Le tétrasporophyte du cycle d'*Opuntiella* pourrait, en certaines circonstances, se développer directement sur le gamétophyte à partir des cellules auxiliaires.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Mme le Prof. F. Ardré pour les conseils précieux qu'elle a bien voulu nous donner; le Prof. T. Duncan et le Prof. P.C. Silva, respectivement Directeur et Conservateur de l'Herbier de l'Université de Berkeley (Californie), pour le prêt de l'holotype du *Schizymenia epiphytica*. Ce travail a été réalisé avec la contribution du MURST.

BIBLIOGRAPHIE

ABBOTT I.A., 1967 - Studies in the foliose red algae of the Pacific coast. II *Schizymenia*. *Bull. South Calif. Acad. Sci.*, 66: 161-174.

ABBOTT I.A. & HOLLENBERG G.J., 1976 - *Marine algae of California*. Stanford University Press. 827 p.

ARDRÉ F., 1977 - Sur le cycle du *Schizymenia dubyi* (Chauvin ex Duby) J. Agardh (Némastomacée, Gigartinale). *Rev. Algol.* 12: 73-86.

ARDRÉ F., 1980 - Obervations sur le cycle de développement du *Schizymenia dubyi* (Rhodophycée, Gigartinale) en culture, et remarques sur certains genres de Némastomacées. *Cryptogamie, Algol.* 1: 111-140.

CHEMIN E., 1937 - Le développement des spores chez les Rhodophycées. *Rev. Gén. Bot.* 49: 205-364.

CODOMIER L., 1981 - On the development of ■ foliose rhodophyte, *Schizymenia dubyi* (J. Ag.) Chauvin. *Proceeding eighth Intern. Seaweed Symposium*, Bangor 17-24/8/1974: 76-82.

CORMACI M., FURNARI G. & SCAMMACCA B., 1976 - Su alcune specie interessanti della flora algale della Sicilia orientale. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 31 (1-2): 177-186.

DeCEW T.C., SILVA P.C. & WEST J.A., 1992a - Culture studies on the relationship between *Schizymenia* and *Haematocelis* (Gigartinales, Rhodophyceae) from the Pacific coast of North America. *J. Phycol.* 28: 558-566.

DeCEW T.C., WEST J.A. & SILVA P.C., 1922b - The life history and anatomy of *Opuntiella californica* (Gigartinales, Rhodophyceae). *Phycologia* 31: 462-469.

DIXON P.S. & IRVINE L.M., 1977 - *Seaweeds of the British Isles. I. Rhodophyta. Part 1.* British Museum (Nat. Hist.) London, 252 p.

IMPELLIZZERI G., MANGIAFICO S., ORIENTE G., PIATELLI M., SCIUTO S., FATTORRUSSO E., MAGNO S., SANTACROCE C. & SICA D., 1975 - Amino acids and low molecular weight carbohydrates of some marine red algae. *Phytochemistry* 14: 1549-1557.

KYLIN H., 1941 - Californische Rhodophyceen. *Lunds Universitets Arsskrift. N.F. Avd. 2.* 37 (2): 1-51.

KYLIN H., 1956 - Die Gattungen der Rhodophyceen. *CWK Gleerup, Lund* xv + 673 p.

SCIUTO S., PIATTELLI M., CHILLEMI R., FURNARI G. & CORMACI M., 1979 - The implication of *Haematocelis rubens* J. Agardh in the life history of *Schizymenia dubyi* (Chauvin) J. Agardh (Rhodophyta, Gigartinales): a chemical study. *Phycologia* 18: 296-302.

SETCHELL W.A., 1905 - Parasitic Florideae of California. *Nuova Notarisia* 16: 59-63.

SMITH M.G. & HOLLENBERG G.J., 1943 - On some Rhodophyceae from the Monterey peninsula, California. *American Journ. Bot.* 30: 211-222.

SMITH G.M., 1944 - *Marine algae of the Monterey Peninsula, California.* Stanford, California, ix + 622 p.

TAZAWA N., 1975 - A study of the male reproductive organ of the Florideae from Japan and its vicinity. *Scientific Papers of the Institute of Algological Research, Hokkaido Univ.* 6: 95-179, plate I-X.

DATOS SOBRE LA FLORA ALGAL BENTONICA DE LA ISLA DE ALBORAN (MAR DE ALBORAN, MEDITERRANEO OCCIDENTAL)

Juan SOTO MORENO* y Francisco CONDE POYALES**

* Departamento de Biología vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Murcia. 30.100 Murcia. España.
** Departamento de Biología vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. 29.080 Málaga. España.

RESUMEN - Se recopilan y refunden en este artículo todas las citas algales existentes de la Isla de Alborán, confirmándose muchas de ellas y aportando nuevos taxones algales a su lista florística. Desde el punto de vista corológico en la aguas mediterráneas españolas merecen especial atención *Cottoniella filamentosa* (Howe) Boergesen var. *algeriensis* (Schotter) Womersley et Shepley, *Naccaria wiggii* (Turner) Endlicher, *Platoma marginifera* (J. Agardh) Batters y *Stenogramme interrupta* (C. Agardh) Montagne ex Harvey.

ABSTRACT - In this study all the existing algal references from the Isle of Alborán are compiled and rewritten, confirming many of them and giving new algal taxa to its floristic list. From the corological point of view in the Spanish Mediterranean waters the *Cottoniella filamentosa* (Howe) Boergesen var. *algeriensis* (Schotter) Womersley et Shepley, *Naccaria wiggii* (Turner) Endlicher, *Platoma marginifera* (J. Agardh) Batters and *Stenogramme interrupta* (C. Agardh) Montagne ex Harvey are worth of special attention.

KEY WORDS : Phytobenthos, Isla of Alborán.

INTRODUCCIÓN

La Isla de Alborán es un pequeño promontorio de origen volcánico y superficie plana elevada unos 12 metros sobre el nivel del mar y de forma triangular. Su longitud y anchura máximas son 605 y 265 m respectivamente con una superficie de 71200m^2. Se situa en el centro del mar del mismo nombre en el Mediterráneo occidental, a una distancia de 88 km de Adra (Almería, España) y 53 km del cabo Tres Forcas en la costa de Marruecos (Fig. 1).

El conocimiento algológico de la Isla de Alborán [redacted] escaso debido a su aislamiento. Gallardo & Alvarez (1985) recopilan la escasa bibliografía existente. No obstante, no contemplan algunas datos reseñados en Richard & Neuville (1897), Giaccone & Bruni (1972-73) y García-Raso & Salas (1984).

Las referencias bibliográficas existentes hasta la fecha de la Isla de Alborán son las siguientes: Piccone (1884) cita ocho táxones algales recolectados en la expedición patrocinada por el capitan Enrico d'Albertis [redacted] 1882 a las islas de Madeira y Canarias. En 1889 se propicia una expedición por el Archiduque de Austria Luis

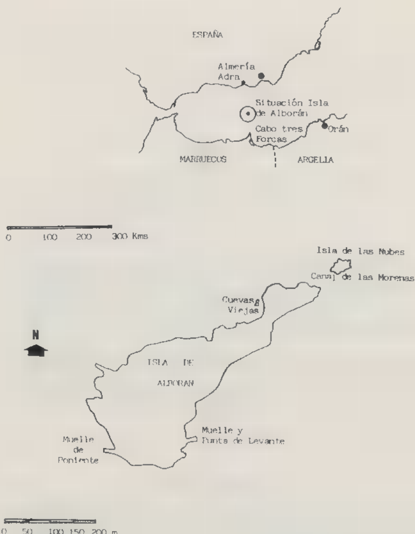


Fig. 1. - Situación y mapa de la Isla de Alborán.

Salvador y se publica un trabajo denominado "Alborán". En el Herbario del Museo de París parece existir material de *Saccorhiza* de esta expedición (Feldmann, 1934). Posteriormente Richard & Neuville (1897) citan 17 táxones algales. Lemoine (1915) cita *Lithophyllum incrustans* en la isla, aunque probablemente recopile datos del trabajo anterior. Bellon (1925) señala tres ejemplares de *Saccorhiza* de arribazón, recogidos por Dangeard en su estancia, en la expedición "Pourquoi pas?" de 1923, de una hora en la isla. Sietti (1933) cita algunos ejemplares de *Laminaria* arrojados en la playa, relacio-

nados más tarde por Feldmann (1934) con *Laminaria iberica* (Hamel) Lami. Tienen que pasar varios años, septiembre de 1958, cuando en la quinta campaña del "Calypso", a una profundidad de 38 metros se identifican grandes laminarias de 8 metros de longitud: *Laminaria ochroleuca* (Pérès, 1959). Esteve & Varo (1972) citan 21 táxones, Giaccone (1972, 1973) y Giaccone & Bruni (1972-73) citan en total 36 táxones algales.

Las últimas referencias algológicas son de García-Raso & Salas (1984) que aportan 23 táxones de macrofitobentos y comentan los datos de Candela & Geiger (1982), trabajo divulgativo donde se habla de la espesa vegetación de *Cystoseira* y de bosques de laminarias: *Laminaria digitata* y *Laminaria hyperborea*. Recientemente Sartoni & Roddi (1989), Sartoni (1992) y Ribera-Siguan & Soto-Moreno (1992) publicaban la existencia de cuatro nuevos táxones en la Isla de Alborán.

En total, fruto de los trabajos citados, la flora algal de la Isla de Alborán se cifraba en 76 táxones.

Trás el análisis de muestras de fitobentos recogidas por miembros del departamento de zoología de la Facultad de Ciencias de Málaga en junio de 1983 y del departamento de ecología de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia en julio de 1990 se han verificado gran número de citas anteriores y además se ha incrementado el catálogo florístico conocido hasta 125 táxones.

MATERIAL Y METODOS

Los criterios nomenclaturales utilizados son esencialmente los seguidos en Ballesteros (1990). Los táxones aparecen ordenados alfabeticamente. Si van precedidos del signo * son nuevas citas para la isla y se añade su número de pliego en el Herbarium de la Facultad de Biología de Murcia (MUB. Phyc.). Si van precedidos del signo + indicará que habiendo sido citados por autores anteriores (código) han sido confirmados en este estudio. Los táxones no precedidos de signo no fueron hallados en las muestras estudiadas por nosotros. Cuando los táxones aparecían fructificados ■ indicará el tipo de fructificación.

Las referencias de los táxones citados previamente obedecen al siguiente código:

Piccone (1884) (P); Richard & Neuville (1887) (R); Bellon (1925) (B); Sietti (1933) (S); Feldmann (1934) (F); Peres (1959) (PE); Esteve & Varo (1972) (E); Giaccone & Bruni (1972-73) (G&B); Giaccone (1972) (G); Giaccone (1973) (G'); Candela & Geiger (1982) (C&G); Garcia-Raso & Salas (1984) (G&S); Sartoni & Roddi (1989) (S&R); Sartoni (1992) (SA); Ribera-Siguan & Soto-Moreno (1992) (R&S).

RESULTADOS

Rhodophyta

**Acrosorium venulosum* (Zanardini) Kylin MUB, Phyc.: 1137.
**Alsidium corallinum* C. Agardh MUB, Phyc.: 1116. Tetrásporas.
+Amphiroa rigida Lamouroux (R).
+Antithamnion algeriense Verlaque et Seridi (R&S).
**Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schiffner MUB, Phyc.: 1107 (epífito).
**Antithamnionella spirographidis* (Schiffner) Wollaston MUB, Phyc.: 1107 (epífita).

+*Asparagopsis armata* Harvey (E, G&S). Se ha determinado su fase asexual: "*Falkenbergia rufolanosa* (Harvey) Schmitz".
Audouinella corymbifera (Thuret in Le Jolis) Dixon MUB, Phyc.: 1115 (epífita).
Audouinella secundata (Lyngbye) Dixon MUB, Phyc.: 1115 (epífita).
+*Balliella cladoderma* (Zanardini) Athanasiadis (G).
+*Botryocladia botryoides* (Wulfen) J. Feldmann (G).
Callophyllis laciniata (Hudson) Kützing (G).
**Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth MUB, Phyc.: 1133.
**Ceramium flaccidum* (Harvey ex Kützing) Ardissone MUB, Phyc.: 1105 (epífito).
Ceramium rubrum (Hudson) C. Agardh (E).
**Ceramium strictum* Harvey MUB, Phyc.: 1109.
**Champia parvula* (C. Agardh) Harvey MUB, Phyc.: 1133 (epífita).
**Chroodactylon ornatum* (C. Agardh) Basson MUB, Phyc.: 1136 (epífito).
**Chrysymenia ventricosa* (Lamouroux) J. Agardh MUB, Phyc.: 1153
**Compsothamnion thuyoides* (Smith) Schmitz MUB, Phyc.: 1145 (epífito). Tetrasporas.
Corallina elongata J. Ellis et Solander (E).
Corallina officinalis Linnaeus (P).
**Cordylecladia erecta* (Greville) J. Agardh MUB, Phyc.: 1118.
**Cottoniella filamentosa* (Howe) Boergesen var. *algeriensis* (Schotter) Womerseley et Shepley MUB, Phyc.: 1114.
**Crouania attenuata* (Bonnemaison ex C. Agardh) J. Agardh MUB, Phyc.: 1144.
**Cryptopleura ramosa* (Hudson) Kylin ex Newton MUB, Phyc.: 1110.
**Dasya rigidula* (Kützing) Ardissone MUB, Phyc.: 1107 (epífita).
**Eupogodon penicillatus* (Zanardini) Silva MUB, Phyc.: 1138.
**Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh MUB, Phyc.: 1133 (epífita).
Fauchea repens (C. Agardh) Montagne (G).
+*Gelidium latifolium* (Greville) Bornet in Bornet et Thuret (G&S).
+*Haliptilon virgatum* (Zanardini) Garbary et Johansen (P).
+*Halymenia floresia* (Clemente) C. Agardh (G). * var. *ulvoidea* Zanardini MUB, Phyc.: 1155.
Helminthopsis purpurifera (J. Agardh) Papenfuss (G).
**Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Ambronn var. *tenella* (C. Agardh) Wynne MUB, Phyc.: 1141 (epífita).
**Jania adhaerens* Lamouroux MUB, Phyc.: 1110.
+*Jania corniculata* (Linnaeus) Lamouroux (E).
Jania longifurca Zanardini (E).
+*Jania rubens* Lamouroux (P, R, E, G, G&S).
Kallymenia patens (J. Agardh) Parkinson (G).
+*Kallymenia requienii* J. Agardh (G).
Laurencia pinnatifida (Hudson) Lamouroux (R).
Liagora viscida (Forsskal) C. Agardh (G.&S.)
+*Lithophyllum dentatum* (Kützing) Foslie (G&S).
+*Lithophyllum expansum* Philippi *sensu* Lemoine (G&S).
+*Lithophyllum incrustans* Philippii (R, G).
Lithophyllum racemus (Lamouroux) Foslie (G).
Lithothamnion philippi Foslie (G).
Myriogramme tristromatica (Rodriguez ex Mazza) Boudouresque (G).
**Naccaria wiggii* (Turner) Endlicher MUB, Phyc.: 1147. Cistocarpos.
**Nemalion helminthoides* (Velley in Withering) Batters MUB, Phyc.: 1139.
+*Peyssonnelia coriacea* J. Feldmann (G&S).
+*Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) Schmitz (G).

+*Peyssonnelia squamaria* (Gmelin) Decaisne (G).
Phyllophora heredia (Clemente) J. Agardh (G).
Platoma cyclocolpa (Montagne) Schmitz (G).
**Platoma marginifera* (J. Agardh) Batters MUB, Phyc.: 1112. Cistocarpos.
**Polysiphonia elongata* (Hudson) Sprengel MUB, Phyc.: 1141 (epífita).
**Polysiphonia foetidissima* Cocks MUB, Phyc.: 1134.
**Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey MUB, Phyc.: 1117. Tetrásporas.
Pterocladia capillacea (Gmelin) Bornet ex Bornet et Thuret (E).
**Pterosiphonia thuyoides* (Harvey in Mackay) Schmitz MUB, Phyc.: 1107.
**Pterothamnion crispum* (Ducluzeau) Nägeli MUB, Phyc.: 1115.
**Ptilothamnion pluma* (Dillwyn) Thuret in Le Jolis MUB, Phyc.: 1136.
Radicilingua reptans (Kylin) Papenfuss (G).
**Rhodophyllis divaricata* (Stackhouse) Papenfuss MUB, Phyc.: 1136.
+*Rhodymenia ardissonei* J. Feldmann (G). Tetrásporas.
**Scinaia furcellata* (Turner) J. Agardh MUB, Phyc.: 1113. Cistocarpos.
Sebdenia monardiana (Montagne) Berthold (G).
**Spermothamnion flabellatum* Bornet ex Bornet et Thuret MUB, Phyc.: 1150.
+*Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse (R, G, G&S). Cistocarpos.
Spongites ramulosus (Philippi) Kützing (G).
**Stenogramme interrupta* (C. Agardh) Montagne ex Harvey MUB, Phyc.: 1149.
Stichothamnion cymatophyllum Boergesen (S).
**Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew MUB, Phyc.: 1140 (epífita).
**Stylonema cornu-cervi* Reinsch MUB, Phyc.: 1140 (epífita).

Fucophyceae

Acrospongium ralfsioides Schiffner (S&R).
**Carpomitra costata* (Stackhouse) Batters MUB, Phyc.: 1145.
+*Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès et Solier (R, G&S).
Cystoseira amentacea Bory var. *stricta* Montagne (P).
+*Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin (R, E, G&S).
**Cystoseira elegans* Sauvageau MUB, Phyc.: 1136.
**Cystoseira humilis* Schousboe ex Kützing MUB, Phyc.: 1108.
Cystoseira foeniculacea (Linnaeus) Greville (R).
+*Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss (R, G', G&S).
+*Cystoseira usneoides* (Linnaeus) Roberts (R, G&S, G, G&B).
+*Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux (E, G&S).
+*Dictyota linearis* (C. Agardh) Greville (G).
+*Dictyopteris polypodioides* (D.C.) Lamouroux (G, G&S).
**Feldmannia globifera* (Kützing) Hamel MUB, Phyc.: 1133 (epífita). Esporangios pluriloculares.
+*Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing (G).
+*Halopteris scoparia* (Linnaeus) Sauvageau (R, G, G&S).
Hydroclathrus clathratus (Bory ex C. Agardh) Howe (G&S).
+*Laminaria ochroleuca* La Pylaie (R, S, F, PE, G, G&S).
Myrionema strangulans Greville (R, P).
+*Padina pavonica* (Linnaeus) Lamouroux (R, E, G&S).
Ralfsia expansa (J. Agardh) J. Agardh (S&R).
**Ralfsia verrucosa* (Areschoug) J. Agardh MUB, Phyc.: 1152.
+*Saccorhiza polyschides* (Lightfoot) Batters (F, R, B, E, G).
+*Sargassum vulgare* C. Agardh (E, G&S).
Scytosiphon lomentarius (Lyngbye) Link (E).
+*Sphacelaria cirrosa* (Roth) C. Agardh (G). Propágulos.

*Sphacelaria rigidula Kützing MUB, Phyc.: 1145 (epífita). Propágulos.
Zanardinia prototypus (Nardo) Nardo (G).
+*Zonaria tournefortii* (Lamouroux) Montagne (E, G, G&S).

Chlorophyta

+*Bryopsis corymbosa* J. Agardh (E, G&S).
*Bryopsis cupressoides J. Agardh MUB, Phyc.: 1132.
+*Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux (P).
+*Cladophora prolifera* (Roth) Kützing (G).
Codium effusum (Rafinesque) Delle Chiaje (G, G&S).
+*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing (E).
+*Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Greville (E).
Enteromorpha intestinalis (Linnaeus) Link (E).
Enteromorpha linza (Linnaeus) J. Agardh (R).
*Enteromorpha multiramosa Bliding MUB, Phyc.: 1108.
*Enteromorpha torta (Mertens in Jürgens) Reinbold MUB, Phyc.: 1200.
Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin (G).
*Pseudodictyon inflatum Ercegovic MUB, Phyc.: 1133 (epífita).
*Ulva olivascens Dangeard MUB, Phyc.: 1146.
+*Ulva rigida* C. Agardh (P, R, E, G&S).
Valonia macrophysa Kützing (G).
Valonia utricularis (Roth) C. Agardh (E).

Species inquirenda

Laminaria digitata (Hudson) Lamouroux (C&G).
Laminaria hyperborea (Gunner) Foslie (C&G).

CONCLUSIONES

Trás este estudio se incrementa la lista ficológica de la isla de Alborán en 49 táxones y se confirma la presencia de 38 citados en las referencias bibliográficas.

Los táxones *Laminaria digitata* y *L. hyperborea* se incluyen en "taxa inquirenda" pues, además de no haber sido confirmados con nuestras observaciones, están ausentes en el Mediterráneo (Ribera *et al.*, 1992), siendo su presencia en la Isla de Alborán poco probable.

En conjunto la flora algal conocida hasta la fecha de la Isla de Alborán se cifra en 125 táxones. Serán precisos nuevos estudios para disponer de una muestra más representativa de su flora algal, que permitirá consideraciones de rango biogeográfico.

Los rasgos oceanográficos del area confieren a la Isla de Alborán un neto caracter transicional al Atlántico. En efecto, la corriente atlántica, procedente del estrecho de Gibraltar lleva a esta zona agua superficial atlántica apenas mezclada con el agua mediterránea (Cano, 1978a y b). Esta influencia podría explicar la amplia relevancia fisionómica que alcanzan táxones propios de las costas atlánticas y raros en el Mediterráneo (*Cystoseira tamariscifolia, Laminaria ochroleuca* y *Sacchoriza polyschides*). Junto a ellos, táxones tipicamente mediterráneos (*Flabellia petiolata*) y fundamentalmente de caracter cosmopolita. Por su importancia corológica en el marco del Mediterráneo occidental, entre las nuevas aportaciones, destacamos los siguientes táxones: *Stenogramme interrupta* (C. Agardh) Montagne ex Harvey: ejemplares localizados a 32 metros de profundidad epífitos en el cauloide de *Saccorhiza*. Según nues-

tras referencias, hasta la fecha, no se ha citado en el Mediterráneo. *Cottoniella filamentosa* (Howe) Boergesen var. *algeriensis* (Schotter) Womersley et Shepley: abundante entre 0.5 y 15 m de profundidad. Referencias anteriores en el Mediterráneo occidental se deben a Furnari (1984) en el litoral de Sicilia, Schotter (1951) en el litoral argelino y uno de los autores (Soto-Moreno, datos inéditos) en el litoral marroquí. *Platoma marginifera* J. Agardh) Batters: ejemplares situados a 10 metros de profundidad, con cistocarpos. Las referencias de este taxon [redacted] el Mediterráneo son dudosas. Ballesteros (1989) cita unos ejemplares estériles en la Isla Conejera (Isla Baleares) y Perret-Boudouresque & Seridi (1989) recopilan una antiqua cita de Debray en el litoral argelino, sin precisar localidad. Preda (1908) y Ercegovic (1963) la citan respectivamente en el Mediterráneo occidental y en el Adriático. *Naccaria wiggii* (Turner) Endlicher: ejemplares situados en una zona iluminada a 16m de profundidad. Tiene valor corológico para el Mediterráneo español pues es la segunda cita. La primera [redacted] debe a Ballesteros (1990) en el litoral catalán. En el resto del Mediterráneo occidental existen varias referencias puntuales en la costa italiana (Cecere *et al.*, 1991; Cinelli, 1971; Coppejans & Boudouresque, 1983...) y corsa (Boudouresque & Perret-Boudouresque, 1987). Parece estar ausente en el litoral norteafricano del Mediterráneo occidental (Ben Maiz, 1987; Navarro & Gallardo, 1989; Perret-Boudouresque & Seridi, 1989).

BIBLIOGRAFIA

BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F. & OVAHCHI F., 1987 - Inventaire des algues et phanérogames marines benthiques de la Tunisie. *Gior. Bot. Ital.* 121 (5-6): 259-304.

BALLESTEROS E., 1989 Contribución al coneixement algologic de la Mediterrània espanyola, VIII. Adiciones a la flora balear. *Fol. Bot. Misc.* 6: 65-70.

BALLESTEROS E., 1990 - Check list of benthic marine algae from Catalonia (North-Western Mediterranean). *Traballs de l'Institut Botanic de Barcelona* 13: 5-12.

BELLON L., 1925 - Nota sobre *Saccorhiza bulbosa* (Huds.) La Pyl. de Melilla (Mediterráneo occidental). *Nuova Notarisia* 36: 217-221.

BOUDOURESQUE C.F. & PERRET-BOUDOURESQUE M.M., 1987 - *A checklist of the benthic marine algae of Corsica.* GIS Posidonie publ., Marseille, Fr., pp. 1-121.

CANDELA F. & GEIGER H., 1982 - Alborán, paraiso submarino. *Mundo Submarino* 10: 23-28.

CANO A., 1978a - Resultados de la campaña "Alborán 76". *Bol. Inst. Esp. Oceano.*, 4 (247): 3-51.

CANO A., 1978b - Hidrología del Mar de Alborán en primavera-verano. *Bol. Inst. Esp. Oceano* 4(248): 51-67.

CECERE, F., CORMACI M. & FURNARI G., 1991 - The marine algae of Mar Piccolo, Taranto (Southern Italy): a re-assessment. *Bot. Mar.* 34: 221-227.

CINELLI G., 1971 - Alghe bentoniche di profondità raccolte alla Punta S. Pancrazio nell'isola di Ischia (Golfo di Napoli). *Giorn. Bot. Ital.*, 105: 207-236.

COPPEJANS E. & BOUDOURESQUE C.F., 1983 - Végétation marine de la Corse (Méditerranée) VI. Documents pour la flore des algues. *Bot. Mar.* 26: 457-470.

ERCEGOVIC A., 1963 - Contribution à la connaissance de certains genres d'algues rouges en Adriatique. *Acta adriatica*, Yugosl., 10(5): 1-54.

ESTEVE F. & VARO J., 1972 - La Isla de Alborán. Vegetación. *Publ. Univ. Granada*, pp. 83-97.

FELDMANN J., 1934 - Les Laminariacées de la Méditerranée et leur répartition géographique. *Bull. Stat. Aquicul. Pêche Castiglione.* 2: 143-185.

FURNARI G., 1984 - The benthic marine algae of Southern Italy. Floristic and geobotanic considerations. *Webbia* 38: 347-369.

GALLARDO T. & ALVAREZ M., 1985 - Bibliography on the vegetation and on the geographic distribution of the benthic marine algae of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Excerpta Botanica* 24 (B): 111-153.

GARCIA-RASO E. & SALAS M.C., 1984 - Aportaciones al conocimiento de la fauna y flora litoral de la Isla de Alborán (España). *Jábega* 45: 76-80.

GIACCONE G., 1972 - Struttura, ecologia e corologia dei popolementi e Laminariae dello stretto di Messina e del Mare di Alboran. *Mem. Biol. Mar. Oceanograf.* 2: 37-59.

GIACCONE G., 1973 - Ecologie et Chorologie des *Cystoseira* de Méditerranée. *Rapp. comm. Inst. Mer Médit.* 22: 49-50.

GIACCONE G. & BRUNI A., 1972-73 - Le cistoseire e la vegetazione sommersa del Mediterraneo. *Atti dell'istituto Veneto di scienze, lettere ed Arti,* 131: 59-103.

LEMOINE P., 1915 - Calcareous algae. *In: Report of the Danish Oceanographic Expedition 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent seas,* vol. 2(3)K 1: 1-30, 1 pl. - Copenhagen.

NAVARRO M.J. & GALLARDO T., 1989 - Aportación al conocimiento de la flora bentónica de las costas mediterráneas africanas occidentales. *Bot. Complutensis* 15: 203-214.

PERES J.M., 1959 - Ascidies. Campagne de la Calypso en Mer d'Alborán et dans la baie Ibéro-Marocaine (1958). *Ann. Inst. Oceanogr.* 37: 295-313.

PERRET-BOUDOURESQUE M. & SERIDI H., 1989 - *Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie.* GIS Posidonie publ., Marseille, pp. 1-117.

PICCONE A., 1884 - *Crociera del Corsaro alle isole Madera e Canarie del Capitano Enrico d'Albertis.* Ist. Sordo-Muti, 60 p., 1 pl. Genova.

PREDA A., 1908 - *Flora italica cryptogamica. Pars II: algae Floridae.* Vol. 1 Fasc. 2 Rocca S. Casciano edit., Stabilimento tipografico Capello, Ital., pp. 1-358.

RIBERA-SIGUAN M.A. & SOTO-MORENO J., 1992 - Presencia de *Antithamnion algeriense* (Rhodophyta, Ceramiales) en las costas españolas. *Cryptogamie, Algol.* 13 (1): 25-30.

RIBERA M.A., GOMEZ-GARRETA A., GALLARDO T., CORMACI M., FURNARI G. & GIACCONE G., 1992 - Check-list of the Mediterranean seaweeds. I. Fucophyceae (Warming, 1884). *Bot. Mar.* 35 (2): 109-130.

RICHARD J. & NEUVILLE H., 1897 - Sur l'Histoire Naturelle de l'île d'Alboran. *Extr. Mém. Soc. Zoo. France* 10: 75-87.

SARTONI G., 1992 - *Stichothamnion cymatophyllum* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). A new record for Mediterranean algal flora. *Cryptogamie, Algol.*, 13 (1): 39-43.

SARTONI G. & RODDI S., 1989 - *Acrospongium ralfsioides* Schiffner and *Ralfsia expansa* (J. Agardh) J. Agardh (Ralfsiaceae, Phaeophyta): Two new records from Alboran Sea. *Giorn. Bot. Ital.* 123: 145-155.

SCHOTTER G., 1951 - Le genre *Cottoniella* Boergesen (Delesseriacées). *Rev. gén. Bot.*, Fr., 58: 279-299.

SIETTI M., 1933 - Nouvelle contribution à l'histoire naturelle de l'île d'Alboran. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 13: 10-22.

DESMIDIACEE DI UN PICCOLO BIOTOPO A SFAGNI NELLA TORBIERA LOMASONA (TRENTO, NORD ITALIA)

Antonio DELL'UOMO e Emanuela PELLEGRINI

Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università di Camerino,
Via Pontoni, 5 - 62032 Camerino (MC), Italy.

RIASSUNTO - E' stata esaminata la florula desmidiologica di un piccolo ambiante con sfagni e muschi, inserito in una vasta torbiera piana di fondovalle con suolo a pH neutro, che si trova nel Comune di Momaso, in provincia di Trento, alla quota di 520 m s.m. L'esame al microscopio ottico ha rivelato la presenza di 24 desmidiacee (clase Zygophyceae, ord. Desmidiales) dallo spettro ecologico piuttosto composito, ma in equilibrio con le condizioni ambientali [redacted] dove il numero delle specie acidofile ed acidobionti è pari a quello delle specie neutrofile ed indifferenti al pH. Tra le prime meritano di essere segnalate: *Actinotaenium cucurbita, Closterium intermedium, C. rostratum, Cosmarium debaryi* e *Staurastrum senarium*. Alcuni taxa, e precisamente due specie (*Closterium gracile* e *Staurastrum dilatatum*), due varietà (*Cosmarium eductum* var. *tatricum* [redacted] *Cosmarium obsoletum* var. *minus*) ed una forma (*Cosmarium pachydermum* f. *parvum*), risultano di nuova segnalazione per il territorio del Trentino-Alto Adige.

ABSTRACT - The desmid flora of a small peat-bog at [redacted] altitude of 520 m a.s.l, in the province of Trento (Northern Italy), has been studied. In this biotope 24 taxa of desmids were found. Among them there are: acidobiontic species, which are very characteristic of peat-bogs, such as *Actinotaenium cucurbita* and *Euastrum binale* var. *hians*; species commonly living in acid environments, where *Sphagnum* mosses may be present or not, such [redacted] *Closterium intermedium, C. rostratum, Cosmarium debaryi* and *C. difficile*; neutrophilous and pH indifferent species, such as *Closterium parvulum, Cosmarium subcrenatum, C. granatum, C. impressulum, C. quadrum* and *S. dilatatum*; species preferring a more or less basic pH, which can be considered here [redacted] accidental (*Cosmarium reniforme* and *C. botrytis*); and finally one variety, the rare *Cosmarium eductum* var. *tatricum*, whose behaviour is not well enough known. The ecological spectrum of these desmids is therefore somewhat varied; in particular, the number of acidophilous and acidobiontic species is about equal to that of indifferent to pH and neutrophilous ones. This result, however, appears to be widely justified by the environmental conditions: the small peat-bog examined, in fact, is enclosed in a larger fen with a neutral pH belonging to the *Molinio-Arrhenatheretea* class of vegetation, which affects without doubt the composition of its desmid flora.

KEY WORDS : desmids, peat-bog, Trentino-Alto Adige, Northern Italy.

INTRODUZIONE

Nel territorio del Trentino-Alto adige, in provincia di Trento, e più precisamente nel Comune di Lomaso, è sviluppata una vasta torbiera piana di fondovalle, con suolo a pH neutro, che prende il nome di torbiera Lomasona. Per il suo notevole interesse floristico e vegetazionale questa torbiera è stata inclusa nel Censimento dei più interessanti biotopi da sottoporre a tutela in Italia (Gruppo Conservazione Natura della

S.B.I., 1971). La Lomasona è situata ad una quota compresa tra 520 e 530 m. s.m., ha una forma allungata in direzione N-S e si presenta tutta ricoperta da *Molinia coerulea* (L.) Moench. In particolare, la fascia esterna è occupata dal *Selino-Molinietum* mentre internamente è sviluppato il *Gentiano-Molinietum*, entrambe associazioni dei prati palustri falciabili con dominanza di Graminacee e Ciperacee ed appartenenti alla clase *Molinio-Arrhenatheretea*. Dove il suolo è più ricco di acqua si trova in abbondanza *Carex elata* All. La torbiera è attraversata da alcuni canaletti incui sono presenti *Groenlandia densa* (L.) Fourr. ed alcune alghe Caracee. All'interno del *Gentiano-Molinietum* si trova una piccola area occupata da sfagni e muschi ed in cui si sviluppano *Rhynchospora alba* (L.) Vahl e *Liparis loeselii* (L.) L.C. Rich; quest'ultima è un'orchidea molto rara ed in via di scomparsa in tutto il Trentino a causa del disturbo antropico (Pedrotti, 1987). Purtroppo in questi ultimi tempi, a causa della mancata fienagione, il canneto, con *Phragmites australis* (Cav.) Trin., minaccia di invadere completamente la torbiera.

MATERIALE E METODO

Nella biozonula con muschi e sfani della torbiera Lomasona, e più precisamente sul fondo di un canaletto e di alcune pozze, è stato raccolto del materiale fine flocculoso (legit F. Pedrotti, 13.VIII.1990) che è stato esaminato al microscopio ottico al fine di evidenziarne la florula desmidiologica che, come noto, trova in questi ambienti il suo habitat d'elezione. Perl'identificazione delle specie rinvenute nel biotopo esaminato sono stati consultati i seguenti autori: West W., West G.S. & Carter (1904, 1905, 1908, 1912, 1923), Krieger (1937), Teiling (1954), Krieger & Gerloff (1962, 1965, 1969), Ruzicka (1977, 1981), Förster (1982) and Prescott, Croasdale, Vinyard & Bicudo (1975, 1977, 1981, 1982, 1983). L'inquadramento sistematico fino al genere segue Bourrelly (1972). Tutte le determinazioni sono state fatte all'immersione, a 1000 ingrandimenti, per mezzo di un microscopio Wild M20 munito di camera lucida che ha consentito di realizzare più disegni, utilizzati per ogni specie osservata; tali disegni, utilizzati per l'identificazione specifica, non sono stati qui riportati. Le microfotofrafie delle Fig. 1-12 sono state invece effetuate con un microscopio Leitz Dialux 22 provvisto di apparato per microfotografia.

Nell'elenco floristico che segue, di ogni specie viene brevemente commentato il comportamento ecologico. Inoltre, sono contrassegnate con un asterisco (*) le entità che risultano di nuova segnalazione per il Trentino-Alto Adige, una delle regioni d'Italia meglio conosciute dal punto di vista algologico e di cui recentemente è stato compilato il catalogo di tutte le desmidiacee fino ad oggi ivi rinvenute (Dell'Uomo, 1993).

RISULTATI

Clase ZYGOPHYCEAE
Ordine DESMIDIALES
Fam. *Closteriaceae*

Closterium gracile Bréb. ex Ralfs (Fig. 1)

E' una specie che trova il suo habitat ottimale nelle acque scarsamente mineralizzate delle torbiere acide, particolarmente quelle con sfagni; già segnalata in una torbiera a sfagni appenninica (Dell'Uomo & Pellegrini, 1993).

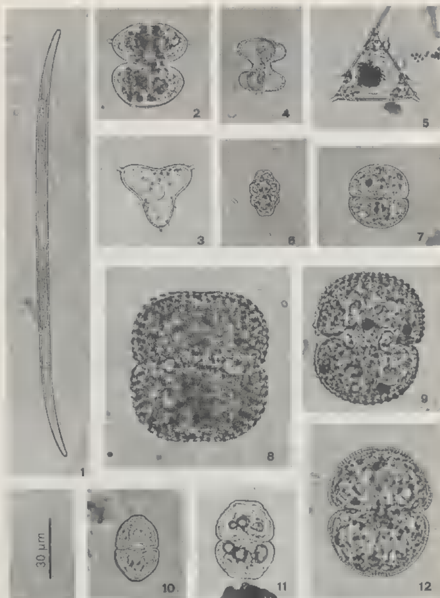


Fig. 1-12: 1 - *Closterium gracile*; 2 - *Staurodesmus brevispina*; 3 - *Staurodesmus brevispina*, vista antiapicale (basal view of semicell); 4 - *Staurastrum dilatatum*; 5 - *Staurastrum senarium*, vista apicale (vertical view); 6 - *Cosmarium pokornyanum*; 7 - *Cosmarium obsoletum* var. *minus*; 8 - *Cosmarium quadrum*; 9 - *Cosmarium reniforme*; 10 - *Cosmarium granatum*; 11 - *Cosmarium eductum* var. *tatricum*; 12 - *Cosmarium pachydermum* f. *parvum*. La scala riportata in basso a sinistra è valida per tutte le figure.
The scale bar below left corresponds to all figures.

Closterium intermedium Ralfs

Si rinviene tipicamente in acque acide ed è frequente tra gli sfagni.

Closterium parvulum Nägeli

Contrariamente alle precedenti, questa specie predilige un pH attorno alla neutralità ed acque moderatamente dure; frequente in ambienti paludosi e sulle rive dei laghi.

Closterium rostratum Ehrenb. ex Ralfs

Altra specie che mostra predilezione per le acque acide, spesso segnalata in ambienti a sfagni.

Fam. *Desmidiaceae*

Actinotaenium cucurbita (Bréb. ex Ralfs) Teiling

Entità caratteristica delle acque acide e delle torbiere alte (Hochmoore), dove si trova sia nelle piccole depressioni inondate (Schlenken) che all'interno dei cumuli di sfagni ("Bulten"), manifestando la tendenza a comportarsi come specie aerofila.

Cosmarium botrytis Menegh. ex Ralfs

Entità solitamente rinvenuta in acque a reazione più o meno alcalina e con un contenuto in elettroliti piuttosto elevato; rara nella torbiera Lomasona, in cui puo essere considerata come occasionale.

Cosmarium debaryi Archer

Colonizza acque acide ed è frequente nelle torbiere a sfagni. Nella torbiera Lomasoma è presente con un basso numero di esemplari.

Cosmarium difficile Lütkem.

Specie acidofila, tipica di ambienti paludoso-palustri, frequente anche nelle torbiere a sfagni.

****Cosmarium eductum*** Roy et Bisset var. ***tatricum*** Racib. (Fig. 11)

Entità raramente segnalata ■ quindi anche scarsamente nota dal punto di vista ecologico. Messikommer (1976) riporta la specie per una sola stazione delle Alpi svizzere, in ambiente di torbiera, a pH 7.0. La varietà si distingue dalle specie per la presenza di un maggior numero di granuli in vista facciale.

Cosmarium granatum Bréb. ex Ralfs (Fig. 10)

Specie dalla valenza ecologica molto ampia che popola indifferentemente acque acide, basiche o neutre: si rinviene infatti nelle torbiere a sfagni come sulle rive paludose dei laghi od altri simili ambienti.

Cosmarium impressulum Elfv.

Altra specie con elevata plasticità ecologica: predilige acque da neutre a basiche, più raramente si trova ambienti leggermente acidi, generalmente sfugge gli sfagni.

Cosmarium obsoletum (Hanz.) Reinsch *var. ***minus*** (Messik.) Krieger et Gerloff (Fig. 7).

Entità acidofila che popola ambienti paludoso-palustri, anche con sfagni.

Cosmarium pachydermum Lund. *f. ***parvum*** Croasdale (Fig. 12)

La specie manifesta una nette predilezione per le acque acide e le torbiere a sfagni, ma tollera talora anche condizione diverse.

Cosmarium pokornyanum (Grun.) West et West (Fig. 6)

Questa specie si adatta ad una vasta gamma di condizioni ecologiche ed a valori molto ampi di pH (4.5-8.0, secondo Krieger & Gerloff, 1965); segnalata solo raramente tra gli sfagni.

Cosmarium quadratum Ralfs (Fig. 8)

Colonizza gli ambienti più diversi, dalle pozze tra gli sfagni ai laghetti carbonatici d'alta quota; sembra tuttavia pediligere acque [redacted] reazione debolmente acida.

Cosmarium quadrum Lundell

Entità segnalata piuttosto raramente anche se, secondo Förster (1982), essa è "ökologisch recht anpassungsfähig" e colonizza sia acque leggermente acide che debolmente alcaline (pH 5.4-8.6).

Cosmarium reniforme (Ralfs) Archer ***forma*** (Fig. 9)

Specie frequentemente rinvenuta in acque dure e con valori basici di pH; da considerarsi accidentale per la biozonula esaminata.

Cosmarium subcrenatum Hantzsch

Sembra prediligere acque di media durezza e con un pH attorno alla neutralità.

Euastrum binale (Turp.) Ralfs var. ***hians*** (West) Krieger

Esige acque con bassi valori di pH, per lo più compresi tra 4 e 6, ed in particolare quelle scarsamente mineralizzate delle torbiere a sfagni. Entità quindi acidobionte e sfagnicola. Una sola precedente segnalazione di questa varietà per il Trentino-Alto Adige [redacted] precisamente nella torbiera a sfagni di Nova Ponente presso Bolzano (Dell'Uomo & Agostinelli, 1990).

Hyalotheca dissiliens (Smith) Bréb. ex Ralfs

Entità dalla valenza ecologica molto ampia, da ritenersi indifferente al pH, anche se più spesso segnalata in acque a reazione leggermente acida.

Staurodesmus brevispina (Bréb. ex Ralfs) Croasdale (Fig. 2)

Per questa specie, come per molti *Staurastrum*, sono pochi i dati ecologici a dispozione; tuttavia Messikommer (1976) [redacted] riporta alcuni parametri piuttosto significativi: un pH medio di 7 ed una durezza da carbonati di 5.8 gradi francesi.

****Staurastrum dilatatum*** (Ehr.) Ralfs (Fig. 4)

Predilige acque di media durezza ed un pH intorno al valore di neutralità; viene più spesso rinvenuto in ambienti palustri e nella fascia litoranea dei laghi, anche ad alte quote.

Staurastrum punctulatum Bréb. ex Ralfs

Entità a valenza ecologica decisamente ampia, indifferente al pH, diffuso in numerosi tipi di ambiente.

Staurastrum senarium (Ehr.) Ralfs (Fig. 5)

Messikommer (1976) fornisce per questa specie un pH medio piuttosto basso (6.1) ed un valore medio per la durezza da carbonati di soli 6.5 gradi francesci.

DISCUSSIONE

Nella piccola area con sfagni e muschi della torbiera Lomasona sono state trovate in tutto 24 desmidiacee che, sulla base delle considerazioni precedentemente esposte, possono essere così raggruppate:

- specie acidobionti e sfagnicole, strettamente caratteristiche della biozonula esaminata, come *Actinotaenium cucurbita, Closterium gracile, Euastrum binale* var. *hians;*

- specie acidofile, frequentemente rinvenute tra gli sfagni, ma capaci di colonizzare vari altri ambienti a pH inferiore a 7, come *Closterium intermedium, C. rostratum, Cosmarium debaryi, C. difficile;*

- specie che sembrano prediligere un pH attorno alla neutralità, tra cui *Closterium parvulum, Cosmarium subcrenatum* e *Staurastrum dilatatum;*

- specie indifferenti al pH e con una plasticità ecologica molto elevata che le porta a colonizzare numerosi tipi di ambiente ("ökologisch recht anpassungsfähig" degli autori di lingua tedesca); ne sono esempi *Cosmarium granatum, C. impressulum, C. quadrum, Staurastrum punctulatum;*

- specie alcalifile, che prediligono ambienti a pH moderatamente basico (*Cosmarium botrytis, Cosmarium reniforme*); nel biotopo in esame esse possono essere considerate come accidentali, od occasionali.

- una varietà infine, *Cosmarium eductum* var. *tatricum,* non può essere assegnata ad alcun gruppo ecologico den definito, in quanto rara ed insufficientemente conosciuta.

La Fig. 13 mostra la composizione percentuale, nel microambiente esaminato, dei gruppi ecologici sopra definiti. In essa le specie acidofile ed acidobionti si equivalgono all'incirca con quelle neutrofile ed indifferenti al pH, contrariamente a quanto si osserva di solito nelle torbiere a sfagni, dove le prime dominano nettamente sulle seconde. Ed infatti la florula desmidiologica trovata all'interno della torbiera Lomasona sembra riflettere straordinariamente bene le caratteristiche del biotopo in oggetto; un piccolo ambiente a reazione acida e con sfagni, inserito nel più ampio contesto di una torbiera piana e con suolo a pH neutro, la quale fa sentire indubbiamente la sua influenza.

Dal punto di vista corologico si osserva, infine, che due specie (*Closterium gracile* e *Staurastrum dilatatum*) due varietà (*Cosmarium eductum* var. *tatricum* e *Cosmarium obsoletum* var. *minus*) ed una forma (*Cosmarium pachydermum* f. *parvum*) sono state trovate per la prima volta nella regione Trentino-Alto Adige, mentre altre specie che meritano attenzione, in quanto finora raramente segnalate su tutto il territorio italiano, sono *Cosmarium quadrum, Staurastrum senarium* e *Staurodesmus brevispina.*

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Prof. F. Pedrotti del Dipartimento di Botanica ed Ecologia dell'Università di Camerino per aver fornito il materiale qui esaminato ed i cenni di carattere floristico e vegetazionale sulla torbiera Lomasona.

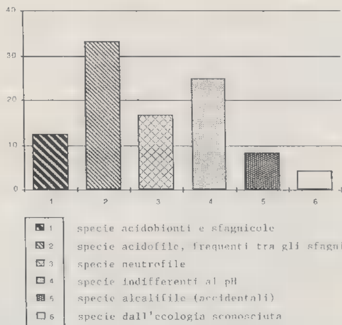


Fig. 13 - Composizione percentuale dei vari gruppi ecologici di desmidiacee trovate nel biotopo esaminato.

Fig. 13 - Per cent composition of the various ecological groups of desmids found in the biotope examined: 1 - acidobiontic and sphagnophilous species; 2 - acidophilous species, often found among *Sphagnum* mosses; 3 - neutrophilous species; 4 - species indifferent to pH; 5 - alkaliphilous species (accidental); 6 - species unknown.

BIBLIOGRAFIA

BOURRELLY P., 1972 - *Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes* (réimpression revue et augmentée). N. Boubée & Cie, Paris, 572 p.

CROASDALE H., BICUDO C.E.M. & PRESCOTT G.W., 1983 - *A synopsis of North American Desmids. Part II. Dsmidiaceae: Placodermae. 5. The filamentous genera.* University of Nebraska Press, Lincoln and London, 117 p.

DELL'UOMO A., 1993 - Catalogo delle Desmidiacee (Zygophyceae) del Trentino-Alto Adige. *St. Trent. Sc. Nat.*, 68, *Acta Biol.*: 1-31.

DELL'UOMO A. & AGOSTINELLI A., 1990 - Florula desmidiologica del Trentino-Alto Adige: le torbiere di Nova Ponente e del Doss le Grave. *St. Trent. Sc. Nat.*, 66, *Acta Biol.*: 83-111.

DELL'UOMO A. & PELLEGRINI E., 1993 - Desmids from a peat-bog in the northern Apennines (Italy). *Algological Studies* 68: 27-38.

FÖRSTER K., 1982 - Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae). *Das Phytoplankton des Süsswassers, Die Binnengewässer* 16 (8, 1): 1-543.

GRUPPO CONSERVAZIONE NATURA DELLA SOCIETA' BOTANICA ITALIANA, 1971 - *Censimento dei biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia. I. Scheda 5-8, Torbiera Lomasona.* Tip. Succ. Savini-Mercuri, Camerino.

KRIEGER W., 1937 - Conjugatae. Die Desmidiaceen. *Rabenhorst Kryptogamenflora,* 13 (1.1): 1-712.

KRIEGER W. & GERLOFF J., 1962, 1965, 1969 - Die Gattung *Cosmarium.* 1.2.3-4. J. Cramer, Weinheim, 112 + 128 + 170 p.

MESSIKOMMER E., 1976 - Katalog der schweizerischen Desmidiaceen nebst Angaben über deren Ökologie und geographische Verbreitung. *Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz* 14(1): 1-103.

PEDROTTI F., 1987 - Il paesaggio vegetale delle Giudicarie Esteriori. *In* GORFER A. (Ed.), *Le Giudicarie Esteriori.* Ed. Conzorzio Elettrico Industriale di Stenico, Ponte Arche, Trento, pp. 83-132.

PRESCOTT G.W., BICUDO C.E.M. & VINYARD W.C., 1982 - *A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. 4.* University of Nebraska Press, Lincoln and London, 700 p.

PRESCOTT G.W., CROADALE H.T. & VINYARD W.C., 1975, 1977 - *A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. 1. 2.* University of Nebraska Press, Lincoln and London, 275 + 413 p.

PRESCOTT G.W., CROASDALE H.T., VINYARD W.C. & BICUDO C.E.M., 1981 - *A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. 3.* University of Nebraska Press, Lincoln and London, 720 p.

RUZICKA J., 1977, 1981 - *Die Desmidiaceen Mitteleuropas. 1.2.* E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 292 + 444 p.

TEILING E., 1954 - *Actinotaenium,* genus Desmidiacearum resuscitatum. *Bot. Not.* 1954 (4): 376-426.

WEST W. & WEST G.S., 1904, 1905, 1908, 1912 - *A monograph of the British Desmidiaceae. I.II.III.IV.* Ray Soc., London, 224 + 204 + 274 + 191 p.

WEST W., WEST G.S. & CARTER N., 1923 - *A monograph of the British Desmidiaceae. V.* Ray Soc., London, 300 p.

ISTHMOCHLORON NEUSTONICA UNA NUEVA ESPECIE DE TRIBOPHYCEAE

Yolanda ZALOCAR de DOMITROVIC[1] y Haydée N. PIZARRO[2]

(1) Herbarium Humboldtianum, Fac. Cs. Exactas, Naturales y Agrimensura, UNNE, C.C. 326, (3400) Corrientes, Argentina.
(2) Dpto. Cs. Biológicas, Fac. Cs. Exactas y Naturales, UBA, (1428) Buenos Aires, Argentina.

RÉSUMÉ - Nous décrivons la première espèce épineustonique de Tribophyceae: *Isthmochloron neustonica* (Mischococcales, Pleurochloridaceae). Nous détaillons l'adaptation à l'habitat et les caractéristiques écologiques de l'environnement. D'autres analyses ont été faites à l'aide du microscope électronique à balayage. Les échantillons ont été prélevés dans un étang artificiel situé dans la province de Corrientes, Argentine, le 22/12/1989.

ABSTRACT - *Isthmochloron neustonica* sp. nov. (Mischococcales, Pleurochloridaceae) a new and the first epineustonic species of Tribophyceae, from Corrientes, Argentina, is erected and its adaptations to the habitat are here described. Some ecological features of the environment are given. SEM analysis were also performed. The samples were collected from an artificial pool on 22/12/1989.

KEY WORDS : *Isthmochloron neustonica* sp. nov., Tribophyceae, neuston, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Las algas de la Clase Tribophyceae son, en su mayoría, de hábito planctónico, epifito y también están muy bien representadas en la microflora del suelo. Son pocas las que presentan adaptaciones a la vida neustónica. En este trabajo describimos una nueva especie de *Isthmochloron* Skuja proveniente del neuston. Este hallazgo constituye el primero de la Clase para el hábito epineustónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de la nueva especie fueron colectados de un estanque artificial de las instalaciones del Centro de Ecología Aplicada del Litoral, ubicado en la ruta provincial n° 5 a 3 km de la ciudad de Corrientes (Argentina) el día 22/12/89. Se trata de un pequeño biotopo de aguas quietas, de superficie aproximada de 30 m^2 y 1.8 m de profundidad, con el fondo cubierto de macroalgas del género *Chara*.

Se tomaron algunos parámetros físico-químicos, tales como temperatura del agua, con termómetro electrónico; pH, con comparador colorimétrico Lovibond 1000; conductividad, con conductímetro YSI 33 CT; oxígeno disuelto, con oxímetro YSI 54A y turbidez con disco de Secchi.

Durante la toma de muestras la temperatura del agua fue de 20.1°C. El pH fue de 8, la conductividad de 180 µS cm^{-1}, el oxígeno disuelto fue de 9.3 mg l^{-1} y la visibilidad del disco de Secchi alcanzó a 1 mm de profundidad. La densidad de algas alcanzó 1.5 a 2 x 10^6 cél. cm^{-2}. La prueba con solución de lugol dio negativa para la presencia de almidón.

Las muestras de neuston se extrajeron en las zonas marginales del estanque donde se observó una película brillante sobre la superficie del agua. La muestra se obtuvo tomando con una pinza un cubreobjetos, apoyándolo sobre la película superficial del agua y depositándolo luego, cuidadosamente, sobre un portaobjetos para su observación *in vivo* tanto cuali como cuantitativa. También se contaron las bacterias presentes al microscopio óptico. Otra muestra fue fijada con gotas de solución de formaldehído al 4% para su posterior estudio mediante microscopio electrónico de barrido. Para la prueba de almidón se utilizó solución de lugol (I_2 + IK).

Las muestras fueron depositadas en el Laboratorio de Botánica Sistemática (Plantas Celulares) de la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura (UNNE, Corrientes) bajo la sigla CTESN-ZAL.209.

DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y DISCUSIÓN

Clase Tribophyceae
Familia Pleurochloridaceae
Orden Mischococcales

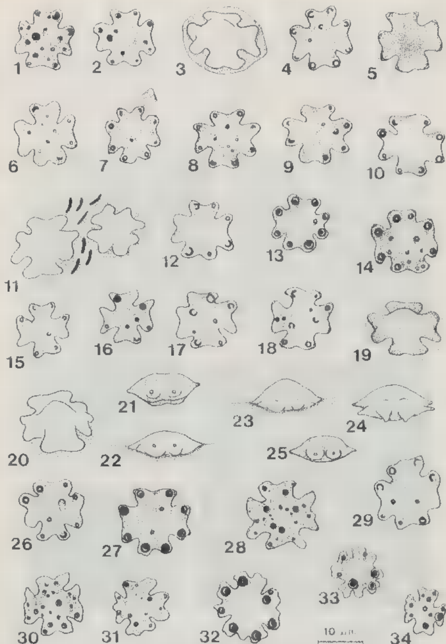
***Isthmochloron neustonica* Zalocar et Pizarro** (Fig. 1-39)

Cellulae dimensionis minoris (7.5-14 µm) cruciformes cum quattuor similibus ambitibus. Anguli ambituum rotundati, aut leviter mucronati. Paries cellularis tenuis levisque. Visus lateralis biconvexa generatim; saepe superior pars (quae aera tanget), altior quam inferior (firmata in aeris-aquae interfase), quae concava esse potest. Circundatae mucilagi esse solent. Chloroplasti parietalis discoides et numerosi. Vacuolam medialem, multas refringentes olei guttulasque habent. Habitus epineustonicus. Procreatio ignota.

In palude regionis, Corrientes, Argentina.

Iconotypus: figura nostra. 1-39.

Células de pequeño tamaño (7.5-14 µm), cruciformes, con los cuatro procesos semejantes dispuestos en el mismo plano. Angulos de los procesos redondeados o con ligeros engrosamientos, o bien terminados en pequeños mucrones (Fig. 7) difíciles de observar cuando la célula es vista por su cara superior. Pared celular delgada y lisa, sin ornamentaciones, como se confirma en las observaciones efectuadas al microscopio electrónico de barrido (Figs 38-39). Vista lateral generalmente biconvexa; a veces la parte superior (en contacto con el aire) es más elevada que la inferior (apoyada sobre la superficie del agua) (Figs. 22 y 23), sobreelevando de esta manera, el cuerpo central celular de los procesos. A ésto le corresponde una concavidad en la cara inferior lo que, el conjunto, le da una cierta curvatura a la célula, quedando entonces apoyada sobre la película por los cuatro procesos (Figs. 19 y 20). Las células de este tipo generalmente no presentan los mucrones en sus ápices o, a veces, sólo se insinuan. Los cromoplastos son parietales, discoides y numerosos, sin pirenoide. Presenta una vacuola central y 8-10 gútulas de aceite refringentes, más abundantes en las senescentes. En general, esta especie presentó escasa variabilidad morfológica. En las figs. 26 a 34, se



Figs. 1-34. - Distintos aspectos de *Isthmochloron neustonica* sp. nov. Se representan en negro las gotas lipídicas y punteados los plastos.

pueden observar ejemplares polimorfos, los que representaron apenas el 5-10% de la población.

Las células suelen estar rodeadas de mucílago (Figs. 3, 20, 35). Tanto entre las células como en la laminilla mucosa se observó gran cantidad de bacterios (Fig. 11) en número de 150 a 200 veces superior al de algas. La presencia de bacterios junto a algas en la comunidad neustónica ha sido mencionado por otros autores (Babenzien & Schwartz, sec. Margalef, 1983; Catalan, 1986, 1987). El número de bacterios presente entre nuestras algas supera en 1,5-2 veces lo señalado por Margalef (1955) para otras algas neustónicas.

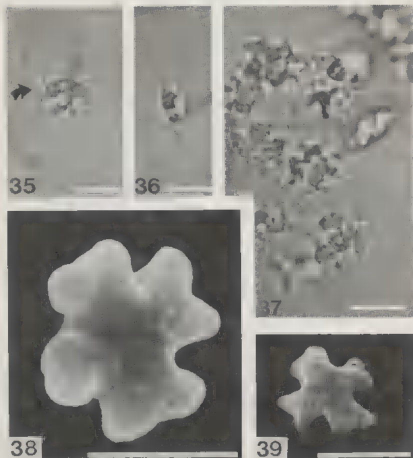


Fig. 35-37. - *Isthmochloron neustonica* sp. nov. Fotomicrografías al microscopio óptico: 35. Vista apical (la flecha indica la vaina); 36. Vista en corte óptico; 37. Células agrupadas. Figs. 38-39. Fotomicrografías al microscopio electrónico de barrido. Las escalas corresponden a 10 µm.

Hábito epineustónico. Reproducción no conocida.

El género *Isthmochloron* Skuja es considerado por Bourrelly (1981) como sinónimo de *Pseudostaurastrum* Chodat aunque nosotros concordamos con la descripción dada por Ettl (1978) ubicando en *Isthmochloron* a las células libres, de aspecto cuadrangular y de lados cóncavos. Siempre con bordes ondeados enfrentados y con ángulos que pueden prolongarse en brazos más o menos bifurcados. Son aplanadas y de hábito planctónico. La mayoría de las especies del género fue descripto a partir de material proveniente de Europa Central, salvo *I. variabilis* Mac Carthy et Maidana hallada en material de la provincia de Entre Ríos (Argentina) (Lacoste *et al.*, 1986).

El estanque artificial donde se halló esta especie, al ser de pequeñas dimensiones y reparado del efecto del viento, favorece la aparición de comunidades como la neustónica, las que suelen alcanzar un alto numero de individuos. *Isthmochloron neustonica* se presentó en una densidad muy alta, lo que representa una verdadera floración que le otorgó a la superficie del agua un aspecto delicado y brillante, sin coloración evidente, y fue de tan s"lo I día de duraci"n ya que una copiosa lluvia la hizo desaparecer. Esta situación efímera es característica de la dinámica del neuston, en el que ■ ven fovorecidas especies de crecimiento rápido, oportunistas, pues el ambiente presenta grandes discontinuidades de sus características ecológicas en breves períodos de tiempo (Couté, 1983; Catalan, 1986).

Isthmochloron neustonica representa la primera especie registrada de Tribophyceae adaptada al epineuston. Su estrategia de adaptación al hábitat consiste en rodear su célula de una laminilla mucosa (Figs. 3 y 20), la que probablemente actuaria como reductora de la tensión superficial del agua, al igual que lo observado en otros organismos microscópicos de la película superficial tal como lo señalara Margalef (1977).

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agredecimiento al Dr. H. Ettl la confirmación de la nueva especie, a los Dres. G. Tell y U. Eskuche la lectura crítica del manuscrito, ■ la Prof. María Luisa Acuña la traducción de la diagnosis al latín y al director del CECOAL por habernos permitido la toma de muestras.

BIBLIOGRAFIA

BOURRELLY, P. 1981 - *Les algues d'eau douce. II Algues jaunes et brunes.* Ed. Boubée, Paris, 438 p., 114 lam.

CATALAN J., 1986 - Aproximación a la composición y organisación del neuston. *Oecologia aquatica* 8: 25-38.

CATALAN J., 1987 - *Kremastochrysis minor* sp. nov.: ■ neustonic member of the Chrysophyceae. *Brit. Phycol. J.* 22: 257-260.

COUTÉ A., 1983 - Ultrastructure de *Chromophyton rosanofii* Woronin emend. Couté et *Chr. vischeri* (Bourrel.) nov. comb. (Chrysophyceae, Ochromonadales, Ochromonadaceae). *Protistologica* 19: 393-416.

ETTL H., 1978 - *Xanthophyceae. In* G. FISCHER Verlag (Ed.), *Pascher's Süsswasserflora von Mitteleuropa.* Stuttgart-New York, 530 p.

LACOSTE E.N., VIGNA M.S., MAIDANA N.I. y Mc CARTHY S., 1986 - Algas de aguas continentales de Argentina. V. Entre Ríos I. *Darwiniana* 27 (1-4): 107-141.

MARGALEF R., 1955 - *Los organismos indicadores en la limnología.* Inst. Forest. Invest. Exper., Madrid, 300 p.

MARGALEF R., 1977 - *Ecología.* Omega, Barcelona, 951 p.

MARGALEF R., 1983 - *Limnología.* Omega, Barcelona, 1010 p.

ERRORS IN SPELLING OF LATIN NAMES OF TAXA BELONGING TO MESOTAENIACEAE (CONJUGATOPHYCEAE)

Grazyna H. TOMASZEWICZ

Department of Phytogeography, Warsaw University,
Al. Ujazdowskie 4, 00-478 Warsaw, Poland.

ABSTRACT - Attention has been paid to the correct spelling of some specific and infraspecific epithets which were formed in disagreement with the rules of the International Code of Botanical Nomenclature (1988).

RÉSUMÉ - L'attention [redacted] été portée sur l'orthographe correcte d'épithètes spécifiques et infraspécifiques qui ont été formées [redacted] désaccord avec les règles du Code International de la Nomenclature (Botanique) - 1988.

KEY WORDS : Mesotaeniaceae, taxonomy.

Many errors have been made in the present spelling of both specific and infraspecific epithets in the names of taxa of the family Mesotaeniaceae. On one hand these errors may result from changes made in the original spelling due either to typographic errors or to errors made by subsequent authors. On the other hand, they may also result from orthographic errors in the epithet from the very beginning. The most frequent errors result from grammatical inconsistency of an adjective with the gender of the generic name. Examples of some incorrectly spelled epithets are given below.

. ***Mesotaenium chlamydosporum*** **var.** ***curcumalensis*** **(Wille) W. Krieg.** - There are two mistakes in the spelling of the epithet of this variety. One of them was made by Wille (1884) who described this taxon as *Mesotaenium chlamydosporium* β *Archeri* f. *curumalensis* (the epithet *"curumalensis"* derives from the Argentine mountain range - Sierra Curumalon) using [redacted] inappropriate - feminine or masculine gender, whereas the generic name *"Mesotaenium"* is neuter. The second mistake was made by Krieger (1933). While changing the rank of the taxon, he cited the epithet erroneously (*"curcumalensis"* instead of *"curumalensis"*). According to the instructions of ICBN, Art. 24.2 and 73.1 the name of the variety should be cited as ***Mesotaenium chlamydosporum*** **var.** ***curumalense*** (Wille) W. Krieger 1933.

. ***Netrium digitus*** **var.** ***ventricosum*** **(Lagerh.) Lagerh.** - The basionym of the name was validly published [redacted] *Penium digitus* (Ehrenb.) Ralfs β *ventriosum* Lagerheim in Wittrock *et al.* (1897). In 1903, the same author transferred the taxon to the genus *"Netrium"*, maintaining its varietal rank (still appropriate today) and its original spelling. Huber-Pestalozzi (1926) changed the spelling of the epithet *"ventricosa"* (using an

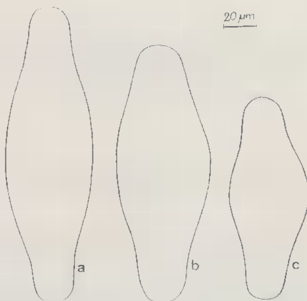


Fig. 1: *Netrium digitus* var. *ventriosum* (Lagerh.) Lagerh. - after Lagerheim (1897) as *Penium digitus* β *ventriosum* (iconotypus).

incorrect grammatical gender - the generic name *"Netrium"* is neuter and not feminine). Since then, the varietal epithet has been spelled *"ventricosum"* in many papers and monographs (e.g. Gutwinski, 1909; Beck-Mannagetta, 1929, 1931; Krieger, 1933; Kosinskaja, 1952; Lhotsky *et al.*, 1974; Messikommer, 1976). The original epithet *"ventriosum"* and the altered *"ventricosum"* refer to the shape of the central part of the algal cell. They are best regarded as variant spellings of the same word, although they have a slightly different meaning and perhaps linguistic origin. The adjective *"ventriosus"* derives from *"venter, ventris"* - (belly) by addition of the suffix *"osus"* - (implying a fully developed feature) and means "with a permanent belly", or having a marked bulge". This describes an important diagnostic feature of the algal variety: the well-marked central bulge extending over a considerable position of the cell length (Fig. 1). The adjective *"ventricosus"* means "tumid, inflated", and is a neologism widely used in botanical latin. Unlike *"ventriosus"*, it does not imply a belly-shaped central bulge, which is the most important diagnostic feature of this variety. Lagerheim's choice of the epithet *"ventriosum"* was therefore no doubt deliberate. The spelling *"ventricosum"* must at any rate be rejected, and the correct original spelling *"ventriosum"* retained, under Art. 73.1 of the Code (Greuter *et al.*, 1988). The name of the variety should be cited as ***Netrium digitus* var. *ventriosum*** (Lagerh.) Lagerh. 1903.

- The specific epithet of ***Mesotaenium kramstai* Lemmermann 1896** should be corrected to ***Mesotaenium kramstae*** since it was formed from the name of the collector - Mr R. Kramsta (cf. Art. 73.10, Rec. 73C.1.(a))

There are some problems in determining the correct spelling of epithets of the genus *"Cylindrocystis."* It is treated by some authors as feminine and by others as

neuter. This results from the fact that this gender name, published by Meneghini (1838), was used without indication of gender (the first publication of the name "*Cylindrocystis*" is invalid since it was before the starting point of the group 1.1.1848 - ICBN, Art. 13.1(e)). The valid publication of the name is due to De Bary (1858) who chose the feminine gender by writing - "*Cylindrocystis crassa*"; this choice must be accepted ICBN, Art. 76.3). Therefore, the spelling of the following epithets treated as neuter should be changed in accordance with Art. 24.2 of Code: *Cylindrocystis brebissonii* var. *punctisporum* M. Watanabe 1979 must read ***"punctispora"*** (f); *Cylindrocystis crassa* var. *itirapinense* Bicudo 1969 should be changed to ***"itirapinensis"*** (f).

REFERENCES

BECK-MANNAGETTA G., 1929 - Algenfunde im Riesengebirge. Ein zweiter Beitrag zur Kenntnis der Algenflora des Riesengebirges. *Lotos* 77 (5-12): 92-100.

BECK-MANNAGETTA G., 1931 - Die Algen Kärntens. Erste Grundlagen einer Algenflora von Kärnten. *Beih. Bot. Centralb.* 47 (2): 211-342.

BICUDO C.E.M., 1969 - Contribution to the Knowledge of the Desmids of the State of Sao Paulo, Brazil (Including a Few from the State of Minas Gerais). *Nova Hedw.* 17 (1): 433-549.

DE BARY A., 1858 - *Untersuchungen über die Familie der Conjugaten (Zygnemeen und Desmidieen).* Leipzig, 91 p.

GREUTER W., BURDET H.M., CHALONER W.G., DEMOULIN V., GROLLE R., HAWKSWORTH D.L., NICHOLSON D.H., SILVA P.C., STAFLEU F.A., VOSS E.G. & MCNEILL J., (Ed.), 1988 - International Code of Botanical Nomenclature, adopted by the Fourteenth International Botanical Congress, Berlin, July-August 1987. *Regnum Veg.* 118.

GUTWINSKI R., 1909 - Flora Algarum montium Tatrensium. *Bull. Int. Acad. Sci. Cracovie, Cl. Sci. Math.-Nat.*, 415-560.

HUBER-PESTALOZZI G., 1926 - Die Schwebeflora (das Phytoplankton) der alpinen und nivalen Stufe. *In* Schroeter C. (Ed.). *Das Pflanzenleben der Alpen.* Zürich, ed. 2: 845-942.

KOSINSKAJA E.K., 1952 - Mezotenievye i Gonatozigovye vodorosli. *In* SAVICH V.P., (Ed.) *Flora sporovykh rastenij SSSR.* 2 (1). Moskva & Leningrad, 163 p.

KRIEGER W., 1933 - Die Desmidiaceen Europas mit Berücksichtigung der aussereuropäischen Arten. *In* RABENHORST L., (Ed.) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz.* 13 (1, 1). Leipzig, 223 p.

LEMMERMANN E., 1896 - Zur Algenflora des Riesengebirges. *Forsch. Biol. Stat. Plön* 4: 88-133.

LHOTSKY O., ROSA K. & HINDAK F., 1974 - Súpsis sinic a rias Slovenska. Bratislava, 202 p.

MENEGHINI G., 1838 - Cenni sulla organografia e fisiologia delle Alghe. *Nuovi sag. dell'imp. R. accad. sci. lett. arti di Padova* 4: 1-64.

MESSIKOMMER E., 1976 - Katalog der schweizerischen Desmidiaceen nebst Angaben über deren Ökologie und geographische Verbreitung. *Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz.* 14 (1): 1-103.

PRESCOTTT G.W., 1966 - Algae of the Panama Canal and its Tributaries - II. Conjugales. *Phykos* 5 (1/2): 1-49.

WATANABE M., PRESCOTT G.W. & YAMAGISHI T., 1979 - Freshwater algae of Papua New Guinea (2) Desmids from Woitape, Central District. *In* SYO KUROKAWA (Ed.). *Studies on Cryptogams of Papua New Guinea*, pp. 49-66.

WILLE N., 1884 - Bidrag til Sydamerikas Algflora. I-III. *Bih. till Kongl. Svensks. Vet.-Akad. Handl.* 8 (18): 1-64.

WITTROCK V., NORDSTEDT O. & LAGERHEIM G., 1897 - Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis chlorophyllaceis et phycomaceis distribuerunt. Fasc. 26-29 (n:ris 1201-1400). *Bot. Not.* 1897: 75-94.

WITTROCK V., NORDSTEDT O. & LAGERHEIM G., 1903 - Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis distribuerunt. Fasc. 35. Descriptiones systematice dispositae et index generalis fasciculorum 22-34. Lund, II + 42.

SUR UNE NOUVELLE LOCALITÉ DE *TOLYPELLA GLOMERATA* (CHARACEAE) AU MAROC

N. ELKHIATI[1], M. GUERLESQUIN[2], M. RAMDANI[3] et M. LOUDIKI[4]

(1) Faculté des Sciences Ain Chock Km 8, Route d'El Jadida, B.P. 5366 Maârif, Casablanca, Maroc.
(2) IRFA, Laboratoire de Biologie Végétale et de Phytogéographie, 49008 Angers, France.
(3) Institut Scientifique DZEA, Avenue Ibn Batouta, B.P. 7O3, Rabat Agdal, Maroc.
(4) Faculté des Sciences Semlalia, Route de Safi, B.P. S.15, Marrakech, Maroc.

RÉSUMÉ - *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonhardi a été récolté pour la première fois dans la meseta côtière occidentale ce qui porte [redacted] 5 le nombre de localités de cette espèce [redacted] Maroc. Elle fréquente les milieux alcalino-saumâtres et forme à la fin du printemps une association appauvrie du *Chareto-Tolypelletum glomeratae*.

ABSTRACT - *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonhardi was collected for the first time in the occidental coastal meseta of Morocco. This increases to five the number of localities where this species was recorded in this country. It is known to constitute a weakened association of *Chareto-Tolypelletum glomeratae* in alcalino-brackish waters at the end of spring.

MOTS CLÉS : Characeae, *Tolypella glomerata*, *Chareto-Tolypelletum glomeratae*, localité nouvelle, Maroc.

INTRODUCTION

Le genre *Tolypella* occupe le troisième rang dans la flore charologique mondiale et marocaine après les genres *Chara* et *Nitella*. Il est représenté au Maroc par deux espèces: *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonhardi et *Tolypella hispanica* Nordstedt (Corillion, 1957, 1961, 1978; Elkhiati, 1987).

Associé au *Chara crassicaulis* (Schl.) Kützing, *Tolypella glomerata* [redacted] été récolté dans l'oued El Houar en avril 1992 avec des oospores mûres ce qui porte à 5 le nombre de localités de cette espèce au Maroc. Elle a encore été observée dans le milieu durant le mois de mai et a disparu à partir de juin, ce qui témoigne de sa précocité et confirme les résultats trouvés par Corillion (1957, 1975, 1978) sur le littoral méditerranéen et l'ouest de la France et par Feldmann (1946, 1953) dans le Moyen Atlas marocain. L'espèce préfère les milieux alcalins et alcalino-saumâtres ce qui explique sa répartition fragmentaire et discontinue sur le territoire marocain.

Tolypella glomerata présente une vaste aire de répartition notamment en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie), en Europe, en Asie occidentale, en Australie,

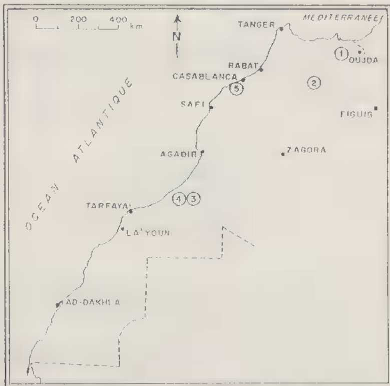


Fig. 1 Répartition géographique de *Tolypella glomerata* au Maroc. Stations de récolte - 1: oued Za (Taourirt); 2: Ras Elma (Moyen Atlas); 3: oued Aoufous; 4: Aouinet Torkoz; 5: oued Elkhouar.

en Amérique du Nord et dans les Iles britanniques (Corillion, 1957, 1972; Corillion & Guerlesquin, 1959, 1964; Guerlesquin & Wattez, 1979; Guerlesquin & Meriaux, 1981; Comelles, 1982; Martinez Taberner, 1988; Bracamonte, 1990).

Dans la péninsule ibérique, elle est considérée comme une espèce sporadique; elle a été trouvée dans plus d'une cinquantaine de localités en Espagne et au Portugal. Boira & Carretero (1985) ont récolté l'espèce dans les provinces de Castillon et Valence dans des eaux douces à mésohalines.

Tolypella glomerata a été récoltée au Maroc (Fig. 1) à Ras Elma (2) (Moyen Atlas), à oued Za (1) (Taourirt), à oued Aoufous (3), à Aouinet Torkoz (4) (Maire, 1924; Maire & Werner, 1934) et à oued Elhouar (5) par nous mêmes.

Cette espèce printanière, s'associe au *Chara crassicaulis* sous forme de touffes plus ou moins isolées pour former à la fin du printemps une association appauvrie du *Chareto-Tolypelletum glomeratae* des eaux littorales alcalino-saumâtres. Une association similaire a été signalée par Corillion (1949) dans les mares littorales de la baie d'Audierne (Finistère français).

CARACTÉRISTIQUES [redacted] STATIONS ÉTUDIÉES

Les prospections sur les Characées ont été effectuées dans les plans d'eau de la zone côtière située entre Casablanca et Azemmour. Cette région occidentale du Maroc forme une unité de l'ensemble des plaines subatlantiques qui se développent en bordu- [redacted] de l'océan de Rabat jusqu'à Essaouira. Le sol est constitué par une assise pelliculaire de calcaires gréseux dunaires plio-quaternaires reposant sur un substrat schisteux paléozoïque.

En dehors de l'oued Oum Er Rbia, le réseau hydrographique de la région étudiée contient deux petits oueds: oued Merzeg, temporaire et sans végétation de Characées et oued El Houar semi permanent.

L'oued El Houar est un cours d'eau de 20 km de long sur 3 mètres de large au maximum (Fig. 2). Il est situé dans la plaine côtière occidentale et prend sa source [redacted] sud de Bir Jdid (33°20'N, 8°02'W à 115 m d'altitude). Son embouchure est obturée par des dunes sableuses mobiles ce qui provoque la formation d'une vaste étendue de 60 cm de profondeur et d'une superficie de 900 m2, totalement envahie par un herbier de Characées. Le substratum paléozoïque de nature schisteuse est recouvert d'une couche de calcaire gréseux dunaire plio-quaternaire. La profondeur de la surface piézométrique est inférieure [redacted] 5 mètres (Kabbaj & Combe, 1975).

La région, située entre les deux isohyètes 300 et 500 mm, bénéficie de l'action modératrice de l'océan grâce au vent d'ouest dominant. Les indices climatiques, calculés selon la méthode de Thornthwaite, montrent que la région de Bir Jdid se range parmi les zones semi-arides mésothermiques avec un hiver doux et un été sec et chaud. Le tableau I présente les moyennes thermiques et pluviométriques recueillies sur [redacted] ans dans la région de Bir Jdid.

Tableau I: Moyennes thermiques (en °C) et pluviométriques (en mm) mensuelles et annuelles, mesurées à Bir Jdid de 1980 [redacted] 1988.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy An.
Précipitations	74	67	54	31	24	2	0	0	11	68	72	66	469
T°C moy.	12,5	13,2	14,7	16,2	18	20,2	21,8	22	21	19	16,2	13	16,6
T°C min.	6,9	7,3	8,7	10,6	13	15,2	16,7	16,7	15	13,2	10,4	8,1	11,8
T°C max	16,1	19,1	20,7	21,9	23	25,1	26,8	27	26,6	25	22,1	19,3	22,9

Ce cours d'eau, à écoulement lent, est peu encaissé et ses rives sont couvertes de *Juncus maritimus* L. et de quelques pieds de *Phragmites australis* (Cav.) Trin. près de l'embouchure. Les Characées y sont présentes tout le long du lit. Quatre stations ont été retenues le long de ce cours d'eau (Fig. 2). Elles sont colonisées par les espèces charologiques suivantes:

La station 1, située dans l'embouchure à 100 m de la côte, est colonisée par *Chara vulgaris longibracteata* (Kütz.) H. et J. Gr. formant un herbier continu et très dense au centre et par des pieds mâles de *Chara connivens* Salz. ex Braun, apparaissant avant les pieds femelles colonisant les berges. Le substrat est sableux à sablo-limoneux.

La station 2, située à 3 km de l'embouchure, est colonisée par de nombreuses touffes rases rampantes de *Tolypella glomerata* associée au *Chara crassicaulis*. Le substrat est limoneux à limono-sableux humique. La végétation composée de *Tolypella*

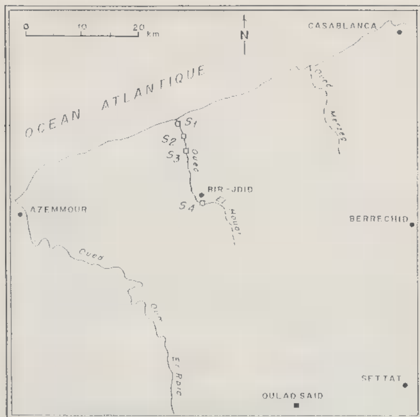


Fig. 2: Localisation géographique des stations étudiées sur Oued El Houar.

glomerata se développe dans un milieu peu profond et sans compétition préalable vis à vis de la lumière.

La station 3, située à 7 km de l'embouchure, est colonisée par *Chara crassicaulis.* Le substrat est argilo-limoneux.

La station 4 correspond à l'une des source de l'oued; elle est colonisée par *Chara vulgaris longibracteata,* par *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link. et par *Chaetophora flagellifera* Schrank. Le substrat est limono-sableux.

Les résultats physico-chimiques des quatre stations sont similaires du point de vue salinité, conductivité, alcalinité et chlorures bien que leurs substrats soient différents. Le tableau II montre les paramètres physico-chimiques enregistrés en avril, mai et juin 1992 dans la station 2.

Les résultats de la station 2 sont comparables à ceux donnés par Kabbaj & Combe (1975) à partir des eaux d'un puits proche de cette station et où les valeurs cor-

respondent à des moyennes annuelles. Il s'agit d'une eau alcalino-saumâtre, relativement dure avec un faciès chimique chloruré sodique fortement minéralisé.

Tableau II: Composition physico-chimique de l'eau de la station 2.

Paramètres/ Dates	22-4-92	25-5-92	12-6-92	1975
T°C eau	22	25	26	
T°C air	26	29	30	
Profondeur (cm)	9	6	4,5	
pH (entre 10h et 12h)	8,2	8,8	8,7	
Salinité (‰)	6,1	6,3	6,4	7,2
Conductivité (mmhos)	10	10	10	11,56
Cl^- (mg l^{-1})	2200	2300	2300	3500
Na^+K^+(mg l^{-1})	800	850	850	850
Mg^{++} (mg l^{-1})	240	250	260	1050
Ca^{++} (mg l^{-1})	450	420	460	650
HCO_3^- (mg l^{-1})	250	210	220	350
SO_4^{--} (mg l^{-1})	400	300	350	400

BIBLIOGRAPHIE

BRACAMONTE S.C., 1990 - Flora y vegetación de las lagunas y humedales de provincia de Albacete. *Ensayos Histor.* 52: 42-97.

BOIRA H. & CARRETERO J.L., 1985 - Las Caroficeas de las provincias de Castillon y Valencia. *Collect. Bot.* 16 (1): 13-18.

COMELLES M., 1981 - Contribucio al coneixement de las caroficies d'Espanya. *Collect. Bot.* 12 (6): 97-103.

COMELLES M., 1982 - El gènere *Tolypella* d'Espagne. *Collect. Bot.* 13(2): 777-781.

CORILLION R., 1949 - L'association à *Chara sp. pl.* et *Tolypella glomerata* Leonh., *Chareto-Tolypelletum glomeratae* (R. Corill.), des [redacted] alcalino-saumâtres de la baie d'Audierne (Finistère). *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.*, 228: 596-598.

CORILLION R., 1957 - Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. *Bull. Soc. Sci. Bretagne*, 32, fasc. h.-s. 1 et 2, 499 p.

CORILLION R., 1961 - Les végétations précoces de Charophycées d'Espagne méridionale et du Maroc occidental. *Rev. Gén. Bot.*, 68: 317-331.

CORILLION R., 1972 - Aspects généraux de la distribution géographique des Characées africano-malgaches. *Compt. Rend. Soc. Biogéog.* 431: 64-81.

CORILLION R., 1975 - *Flore des Charophytes Characées du Massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale. 4 "Flore et végétation du massif armoricain"*. Jouve éd. Paris, 216 p.

CORILLION R., 1978 - Les Characées du Nord de l'Afrique: éléments floristiques et distribution. *Bull. Soc. Et. Sci. Anjou, N.S.* 10 : 27-34.

CORILLION R. & GUERLESQUIN M., 1959 - Premières observations cytotaxinomiques sur le genre *Tolypella*. *Bull. Soc. Et. Sci. Anjou N.S.* 2: 167-169.

CORILLION R. & GUERLESQUIN M., 1964 - Sur une révision récente de la systématique chez les Charophycées. *Bull. Mayenne-Sci.* 4: 57-78.

ELKHIATI N., 1987 - *Les Characées du Maroc: Biotypologie dans les eaux continentales et production dans les dayas.* Thèse 3°cycle, Marseille I, 115 p.

FELDMANN G., 1946 - Les Charophycées d'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 37: 64-118.

FELDMANN G., 1953 - Charophycées du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Maroc,* 33: 13-22.

GUERLESQUIN M. & WATTEZ J.R., 1979 - Flore et groupements végétaux des milieux aquatiques sub-littoraux dans les bas-champs de Cayeux-Onival (Somme): Phanérogames et Cryptogames. *Doc. Phytosoc.* 4: 398-421.

GUERLESQUIN M. & MERIAUX J.L., 1981 - Characées et végétations associées des milieux aquatiques du Nord de la France. *Colloques Phytosociologiques, X, Végétations aquatiques, Lille,* 415-443.

KABBAJ A. & COMBE M., 1975 - Ressources [redacted] eau du Maroc. Plaines et bassins du Maroc atlantique: le domaine atlantique. *Notes et Mémoires Serv. Géol. Maroc,* 2 (231), 454 p.

MAIRE R., 1924 - Etude sur la végétation et la flore du Grand Atlas et du Moyen Atlas. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc,* 7, 220 p.

MAIRE R. & WERNER R.G., 1934 - Contribution à la flore cryptogamique du Maroc. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 25(2): 40-42.

MARTINEZ TABERNER A., 1988 - Notes floristiques: les Characées de l'Albufera de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 32: 145-150.

WOOD R.D. & IMAHORI K., 1964-65 - *A revision of the Characeae. I: Monograph of the Characeae,* 904 p. - *II: Iconograph of the Characeae,* 394 p. Weinheim, J. Cramer éd.

SOME MORPHOLOGICAL AND ECOLOGICAL OBSERVATIONS ON *CHARA CANESCENS* (CHAROPHYTE)

Anders LANGANGEN

Hallagerbakken 82B, 1256 Oslo, Norway

ABSTRACT - Two forms of *Chara canescens* are reported: a) fertile form without cortex; b) form with stalked oogonia. Cultivation of *C. canescens* in water with different salt content gave optimal growth in the oligohaline area.

RÉSUMÉ - Deux formes de *C. canescens* ont été observées: a) une forme fertile sans cortex; b) une forme avec oogones pedicellés. La culture de *C. canescens* dans des eaux de salinité variable, met en évidence une croissance optimale dans le domaine oligohalin.

KEY WORDS : Charophyta, *Chara canescens*, morphology, ecology, culture.

INTRODUCTION

Chara canescens Lois. has been found scattered along the coast of the Oslofjord in Southern Norway. Its present distribution is probably restricted to the Hvaler islands, and here again in two brackishwater polls: viz Viker-kilen and Skipstadkilen (Langangen, 1972). In 1992 [redacted] visited Skipstadkilen twice; once in early spring and once in late summer. On both occasions I collected specimens for further observations, both morphological and ecological.

Chara canescens is the only dioecious, haplosticous species with complete cortication known (Corillion, 1975 p. 72). The new species *Chara shanxiensis* Ling - described from specimens from China (Ling, 1985) differ from *Chara canescens* by having swollen endcells - is here presumed to be [redacted] form of the latter. Similar forms are described in Migula (1897) (f. *conferta* and f. *condensata*), and was reported in Langangen (1970, fig. 22) from specimens growing on the muddy bottom in Skipstadkilen. *Chara canescentiformis* Hollerbach, described from specimens in Russia (Hollerbach, 1983), is presumed to be *Chara canescens* f. *thermalis* A.Br. as it fits the description of this form. Migula (1897) describes *Chara canescens* [redacted] species with many varieties and forms. He devides the forms in two groups according to the length of the spine-cells: 1) formae *longispinae* and 2) formae *brevispinae*. The forms described in Migula are accepted by Corillion (1957).

OBSERVED MORPHOLOGICAL VARIETIES

MATERIAL AND METHODS

On 22.8.1992 I collected specimens of *Chara canescens* in Skipstadkilen which I cultivated in a culture-vessel (1,5 dm^3) with water from the locality (salinity 13‰).

RESULTS

One month later (16.9.92) many new shoots had grown out from the stem-nodia of the old specimens. Among these new plants I found fertile specimens without cortex. This phenomenon has not earlier been reported from this species.

Description of the ecorticated form of *Chara canescens*

The height is 10 mm (Fig. 1). Stem-diameter 200 µm. Internodes 1.5 mm to 2.75 mm long. The specimen described had a total of 5 internodes. The lower internode had descending cortical cells, with few single spine-cells varied from 150 µm to papillous. Four upper internodes were without cortex. The number of branchlets in each whorl was 8-9. Each branchlet had (1) 4-5 segments and one end-cell. The branchlets were longer to much longer than the internodes. The two uppermost whorls had 3-5 celled branchlets and without bract-cells. All branchlets were without cortex. Bract-cells well developed around the nodes of branchlets at lowest whorl, were up to

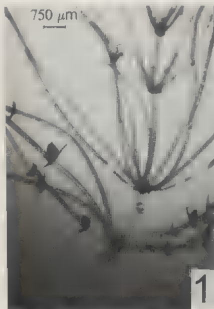




Figure 1. *Chara canescens.* The described ecorticated type with oogonia.
Figure 2. *Chara canescens.* Stalked oogonium.

250 µm long. Bracteoles were up to 750 µm long. Stipulodes in two tiers, the upper normal, the lower rudimentary. Specimen fertile, dioecious, only with oogonia as common in Northern Europe (Corillion 1957, carte 38). The specimen described has five oogonia. The length of one oogonium was 500 µm, 300 µm wide. The number of convolutions on oogonia are 7. Coronula 75 µm high, and 125 µm wide at base. One oospore was 250 µm long.

Form with stalked oogonia

In October 1992 (9.10.92) I found in the same culture normal types with stalked oogonia (Fig. 2). The length of one oogonium on these plants was 700 µm and the stalkcell was 600 µm.

OBSERVED RESPONS TO DIFFERENT WATER TYPES

MATERIAL AND METHODS

Plants grown from oospores were collected on 28.5.1992. The height of these plants were 3-5 cm exclusive of the protonematal internode, which was up to 2,5 cm long (Fig. 3). Above the protonematal whorl were 3-4 internodes. Branchlets here are without cortex, with 4-5 segments. The lower branchlet-nodes with bract-cells. The stem-cortex was regular haplostichous. Spine-cells 2-3, dense together. Small unripe oogonia.

The content of salt in the water of the locality can vary much during the season. On 28.5.92 I measured 5.09 g l^{-1} and on 22.8.92 12.8 g l^{-1}.

In the growth experiment I used brackishwater from 28.5.92 and *Chara*-lake water with an average content of iones (Langangen, 1974). The four types of water I used was:

1. brackishwater from the locality
2. 50% brackishwater (1) and 50% *Chara*-lake water (4)
3. ca. 10% brackishwater (1) and 90% *Chara*-lake water (4)
4. *Chara*-lake water (freshwater)

The growth experiment took 5 weeks (22.5-27.6.92). The culture-vessel with algae was placed outdoors facing north. The air temperature at this time was high (for June Tx= 24.1°C (max. middle) and Tm= 17.8°C (day/night middle)).

RESULTS

1. Brackishwater

The salt content was 5,09 g l^{-1}. The plants grew up to 8-10 cm in height. They were healthy. Ripe oospores were found after two weeks at the lower whorls. At the end of the period the plants were rich fruiting with ripe oospores and orange/red oogonia both on the old and on side-shoots.

2. Brackish/freshwater 50/50

Salt content 1,22 g l^{-1}, 650 mg Cl l^{-1}. The plants grew up to 16-18 cm in height. Already after two weeks some plants were up to 15 cm heigh, and with very many ripe oospores on the lower whorls. At the end of the period the plants were extremely rich fruiting, with ripe oospores and with orange/red oogonia on top and on side-shoots.



Figure 3. *Chara canescens.* Young plant with protonemal internode.

3. Brackish/freshwater 10/90

Salt content 0.34 g l^{-1}, 225 mg Cl l^{-1}

The plants grew up to 9-10 cm in height. Ripe oospores were found on lower whorls after two weeks, and then together with masses of white oogonia. At the end of the period some ripe oospores were found, but the growth of *Chara canescens* had stagnated. Filamentous algae of the genus *Oedogonium* were growing very well at the end of the period, but did not seemed to be the reason for the stagnated growth of *Chara canescens.*

4. *Chara*-lake water

Salt content 0.13 g l^{-1}, 3 mg Cl l^{-1}

These plants were transfered from brackishwater to freshwater on 3.6.92. The height was then between 5-7cm. After tree weeks the height was between 9-10 cm, but growth had clearly stagnated. Only a few new shoots had grown out of the plants, and no ripe oospores or orange/red oogonia where found.

DISCUSSION

Optimal growth of *C. canescens* was obtained in water with a oligohaline salt content (chloride content 650 mg l^{-1}). The species did not survive for long in freshwater.

Chara canescens is reported as a brackishwater species by most authors (e.g. Olsen, 1944), with tolerance limits for salinity 4 - 20 ‰ Reports of *C. canescens* from

the oligohaline area (0.18-1.8 ‰) are not found often in published studies. Stroede (1933) states through he gives no evidence of this, that "Der Minimalwert dürfte nicht weit unter 1000 mg im liter liegen" (Cl). The first well documented occurrence of *C. canescens* in oligohaline water is given by Winter *et al.* (1987). They found the species in an inland saline lake, Kuhgrabensee in Bremen (Germany) - in association with different Spermatophyta and charophytes *C. globularis* Thuill., *C. delicatula* Agardh, *C. vulgaris* L. and *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves. The salinity of the lake water was 1,5 ‰, and the chloride content ca. 700 mg l^{-1}.

Specimens of *C. canescens* which I have seen from Kuhgrabensee differ from specimens in my material by being markedly incrusted and by being compact in appearence (short distances between the whorls, f. *compacta* Migula). Later Winter & Kirst (1991) have done interesting work on the turgor regulation system of *C. canescens* and other charophytes. They found that *C. canescens* from the Kuhgrabensee had [redacted] turgor regulation system intermediate between the saline/brackishwater species *Lamprothamnium papulosum* (Wallroth) J. Groves and freshwater species of *Nitella* without [redacted] regulation system. This is interesting, as *C. canescens* in the warm springs of Svalbard live in water with a salinity of around 0,8 ‰. Maybe the populations here represent an ancient type of the species (Langangen, 1979). This will be discussed in [redacted] forthcoming article on the Svalbard population of the *C. canescens* (Langangen in. prep.)

Acknowledgement - I [redacted] in debt to Dr. Oskar Garstein, Oslo who has read my manuscript and corrected my English language.

REFERENCES

CORILLION R., 1957 - Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. *Bull. Soc. Sci. Bretagne* 32.

CORILLION R., 1975 - *Flore des Charophytes (Characées) du Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale.* Tome IV, Jouve, 216 p.

HOLLERBACH M.M., 1983. *Charovye vodoreslej-Charophta in Opredelitel presuovodrych vodoroslej SSSr 14.* Leningrad (Flora of freshwater algae of USSR 14-Charophyta) (In russian, with latin diagnosis for *C. canescentiformis*).

LANGANGEN A., 1970 - *Characeer i Sor-Norge* (Charophytes in South-Norway). Unpublished Cand. real. thesis, University of Oslo.

LANGANGEN A., 1972 - Characé-vegetasjonen på Hvaler-oyene. *Blyttia* 30: 1-13.

LANGANGEN A., 1974 - Ecology and distribution of Norwegian charophytes. *Norw. J. Bot.* 21: 31-52.

LANGANGEN A., 1979 - *Chara canescens* reported from Spitsbergen. *Phycologia* 18: 436-437.

LING Y., 1985 - Characeae of Shanxi. *Shanxi Univ. ba.* 1985 (3): 56-64.

MIGULA W., 1897 - *Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz.* Leipzig.

OLSEN S., 1944 - Danish Charophyta. *Kongl. Danske Vid. Selsk., Biol Skr.* 3.

STROEDE W., 1933 - Über die Beziehungen der Characeen zu den chemischen Faktoren der Wohngewässer und des Schlammes. *Arch. Hydrobiol.* 25: 192-229.

WINTER U., KUHBIER K. & KIRST G.O., 1987 - Characeen-Gesellschaften im oligohalinen Kuhgrabensee und benachbarten Gewässern. *Abh. Naturw. Verein Bremen* 40: 381-394.

WINTER U. & KIRST G.O., 1991 - Partial Turgor Pressure Regulation in *Chara canescens* and its Implications for a Generalized Hypothesis of Salinity Response in Charophytes. *Bot. Acta* 104: 37-46.

TOLYPELLA CANADENSIS, A CHAROPHYTE NEW TO THE EUROPEAN FLORA

Anders LANGANGEN

Hallagerbakken 82 B, 1256 Oslo, Norway

ABSTRACT - *Tolypella canadensis* Sawa, formerly endemic to Canada is now found in Scandinavia, in Lake Glomdalsvatn in North-Norway and in Karesuando in North-Sweden. Specimens from the two localities are described and two new forms are described, forma *glomdalensis* and forma *hasslowii*. *Tolypella canadensis* is [redacted] species prefering oligotrophic lakes, with some steamy and cold water. It is found only on laomy bottom, on medium depths. In 1992 ripe oospores were only found in Karesuando. In Lake Glomdalsvatn the species was richly fructifying, but no ripe oospores were found.This must probably vary from year to year. The species is perennial, and due to the unfavourable conditions vegetative reproduction is important. The amphiatlantic distribution of *Tolypella canadensis* is mentioned, but I have not tried to explain it fully as I believe that the species is more widely distributed than the finds show.

RÉSUMÉ - *Tolypella canadensis*, auparavant connu seulement au Canada, a été observé en Scandinavie dans le lac Glomdalsvatn au Nord de la Norvège et [redacted] Karesuando au Nord de la Suède. Deux nouvelles formes sont décrites: forma *glomdalensis* et forma *hasslowii*. Il semble que *Tolypella canadensis* préfère les lacs froids et pauvres en substances nutritives. Cette espèce a été trouvée seulement [redacted] fond sablonneux de profondeur moyenne (environ 2-3 mètres); en 1992, des oospores mûres ont été trouvées seulement a Karesuando; dans le lac Glomdalsvatn l'espèce donne de nombreuses fructifications, mais aucune oospore mûre n'a été observée. Cette espèce est pérennante et, du fait de conditions de croissance difficiles, la propagation végétative est importante. La distribution amphiatlantique de *Tolypella canadensis* est mentionnée, mais cette répartition étant vraisemblablement plus vaste, elle n'a pas été discutée.

KEY WORDS : Charophyta, *Tolypella canadensis*, new forms, distribution, Canada, Norway, Sweden.

INTRODUCTION

The Glomdalen area in Northern Norway is famous because of its karst phenomena (Lauritzen, 1983). The area is now a part of Saltfjellet National Park.

In connection with an excursion to the area in 1986 I found rich, luxuriant stands of *Nitella flexilis* in many small waters in the northern part of the valley (Langangen, 1986). At that time I did not collect any specimens of charophytes from Lake Glomdalsvatn.

In 1991 I arranged a field trip to Saltfjellet with a group of my students. On this trip we found [redacted] charophyte growing in small tufts on the bottom of the lake's out-

let. On determining these specimens later, they turned out to be a new species to Europe, *Tolypella canadensis* Sawa. The species was described in 1973 by dr. Sawa in Canada and named in honour of this country (Sawa 1973).

On this first excursion to Lake Glomdalsvatn I collected a few specimens only. In 1992 I visited the locality again and made an appointment with a local inhabitant, Ole Fiskkjønn, to collect specimens for me regulary through the rest of the year, in order to follow the biological development of the species.

In working with some herbarium specimens of *Nitella mucronata* (A. Br.) Miquel I came accross another find of *Tolypella canadensis*, collected in Karesuando, North Sweden in 1909. Through a local person, Åke Siikavupio, I managed to get living specimens of the species from the same area. Living specimens have been collected at the following dates and localities :

Date	Locality	Collector
17.07.1992	Lake Glomdalsvatn	Anders Langangen
16.08.1992	Lake Glomdalsvatn	Ole Fiskkjønn
07.09.1992	Karesuando (Sweden)	Åke Siikavupio
20.09.1992	Lake Glomdalsvatn	Ole Fiskkjønn
25.10.1992	Lake Glomdalsvatn	Ole Fiskkjønn
31.03.1993	Lake Glomdalsvatn	Ole Fiskkjønn
18.05.1993	Lake Glomdalsvatn	Ole Fiskkjønn

Material examined in this paper is deposited in the Phycological Herbarium of Botanical Museum, University of Oslo.

DESCRIPTION OF THE MATERIAL EXAMINED

The Glomdalen material

Plants monoecious. Green, *Nitella*-like, unincrusted, perennial. In contrast to *Nitella* this species often has a stiff look. Height 4-20 cm, depending on place of growth. Axial diameter 375-400 µm. (Fig. 1-2).

Sterile specimens common. They have 5-6 simple branchlets in each whorl. Length of branchlet to 8mm, each consisting of 2-3 relatively long cells, diameter 250-350 µm and one mucro. Mucro, 1-2 celled, 75-200 µm long and 50-100 µm wide at base. Upper whorls with branchlets longer (to 2x) or equal in length with the internodes. At lower whorls the branchlets are commonly only 1/3 of the length of internodes. Internodes to 4 cm.

Fertile specimens not uncommon, with both sterile and fertile whorls, 6-7 branchlets per whorl. Gametangia most common in dense heads, but also directly from the stemnode and 1. and 2. node of branchlets. Fertile branchlets often with 1-2 single, 2-4 celled secondary rays (Fig. 2) at 1. node. Branchlets with 3-4 cells and a short mucro as in sterile branchlets. Sterile branchlets in fertile whorls single. Branchlets on fertile whorls slightly bend inwards to the stem, this often gives the alga a peculiar appearance. Oogonia 1-4 aggregated, light brown, at fertile branchlets. Length 675-500 µm including coronula, and 400-500 µm wide, with 8-9 convolutions. Coronula 30-50 µm high, 30-60 µm wide at base. Oogonia stalked, stalks 250-350 µm long, 90-120 µm wide. Dwarf oogonia without content is common. Oospore (unripe) brown, 250-325 µm long, 275-300 µm wide. Basal impression simple. Antheridia single or in

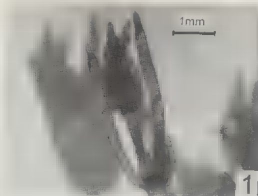






Figure 1. *Tolypella canadensis:* Top of a fertile specimen from Lake Glomdalsvatn 28.8.1991. From the middle node one can see a stalked antheridium.

Figure 2. *Tolypella canadensis:* Fertile branchlet with two secondary rays. Lake Glomdalsvatn 20.9.1992.

Figure 3. *Tolypella canadensis:* Antheridium and oogonium with stalkcells. Lake Glomdalsvatn 20.9.1992.

pair, alone or mixed with oogonia. Protandrous. Antheridia 325-375 µm in diameter, stalked. Stalk cells 300-350 µm long (Fig. 3).

Lower parts of of the plants have enlarged starchbearing cells. Such "bulbils" were specially big in specimens from March 1993 and they gave the plants a peculiar look. They were up to 2 mm in diameter, and from each bulbil arise numerous unicellular rhizoids.

The Karesuando material.

Plants monoecious. Height 10-27 cm. Most specimens were sterile, only a few were fertile. Most branchlets simple, but on fertile branchlets short, secondary rays were common. Branchlets with 3-4 cells, including mucro. The mucro consists of two short cells (Fig. 4).

Gametangia most common on stemnodia or 1. node of branchlets. Only one specimen had gametangia in heads. Oogonia 600-700 µm long (included coronula), 425-500 µm wide, convolutions 8. Oogonia stalked, stalk 100 µm long. Oospore (1 ripe) brown, 400 µm long, 320 µm wide, with 6 prominent ridges, 40 µm high. Antheridia not found in 1992. The 1909 material is different, as it consists of smaller plants, rich fructifying (Fig. 5).

CYTOLOGY

A chromosomal count was done on material from Glomdalsvatn collected 16.8.1992. I used live specimens, where I dissected out young antheridia. These were stained in aceto-orcein and then squashed. In some antheridial filaments it was now possible to count the chromosome numbers of the metaphase stage of mitosis.

The chromosome number was $n = 8$ (Fig. 7), which is in accordance with Sawa (1973).

ECOLOGICAL OBSERVATIONS

In Scandinavia *Tolypella canadensis* is found in oligotrophic waters. Lake Glomdalsvatn is a typical oligotrophic lake, where the algae are found in the lake itself and most common in and around its outlet. This is presumably because the current is stronger here. Lake Aidnuvaipiijøvri in Karesuando is a oligotrophic "Lagune-see" with presumed fast running water as the river Könkämäälven runs through the lake. In lake Glomdalsvatn and certainly also in Karesuando the waterlevel in the lakes are varying much during the seasons. This must be the reason why so many plants in July and August 1992 in Lake Glomdalsvatn were physically damaged.

The algae seem to prefer fine sandy sediments. In Lake Glomdalsvatn the bottom is fine sand with a certain content of clay, or loam. In Karesuando the bottom is sand. At the mouth of Lake Glomdalsvatn *Tolypella canadensis* were growing in small, tufted groups, at a depth of 0.5-2m. Such groups were often growing close together, thus creating in parts of the outlet dense carpets of this species only. The height of specimens in such colonies is commonly 5-10 cm. Some mosses were mixed with the algal colonies. In the area between the outlet and the lake where the current can still be strong the algae were pressed down against the bottom. In the lake *T. canadensis* were growing in mixed populations with *Nitella flexilis* and some phanerogames. The specimens here were measured to 20 cm, but are presumably longer. In the lake the two charophytes have very similar growth forms, high, thin and with short whorls and long internodes. This is also the case with *Nitella opaca* in Karesuando.

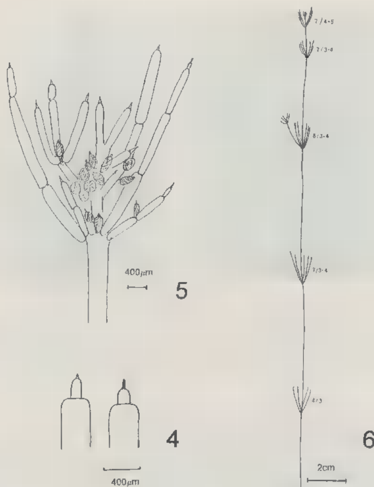


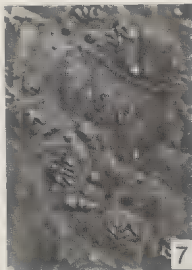
Figure 4. *Tolypella canadensis:* Apices of branchlets. Karesuando 7.9.1992.

Figure 5. *Tolypella canadensis:* a) Drawing of specimen from Karesuando 1909. The specimen was rich fructifying, with both oogonia and antheridia. In each whorl 8 branchlets. Fertile branchlets with secondary rays. No mature oospores.

Figure 6. *Tolypella canadensis* forma *glomdalensis* n.f., drawing of specimen from Karesuando 7.9.1992. First number to the right is branchlets in each whorl, second number is cells (inc. mucro) in each branchlet.

These growths form are here presumed to be ecotypes, adapted to these extreme habitats with cold, fluctuating and flowing water.

In Lake Glomdalsvatn I found *Ranunculus peltatus* Schrank (sterile) and the submerse moss, *Dicranella palustris* (Dicks.) Crundw. growing together with *Tolypel-*



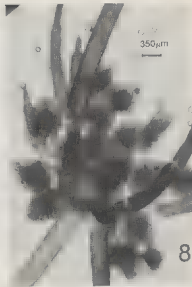


Figure 7. *Tolypella canadensis:* 8 metaphase chromosomes from antheridial filaments. Lake Glomdalsvatn 16.8.1992.

Figure 8. *Tolypella canadensis:* forma *hasslowii* n.f., photo of specimen from Lake Glomdalsvatn 25.10.1992. Branchlets with mucro. Oogonium with stalk cell can be seen.

la. In the material from Karesuando I found *Ranunculus peltatus, Potamogeton bechtoldii* Fieber and water-mosses. These are typical oligotrophic species.

The chemical values I have measured are shown in Table I.

Loc.	Date	pH	μScm^{-1}	Ca mg l^{-1}	Cl mg l^{-1}	Temperature (°C)
Glomdalsvatn	17.07.92	7,0	32,4	6,0	-	-
"	16.08.92	7,0	36,2	4,0	<2,5	11,0
Karesuando	13.10.92	6,6	36,9	4,0	1,0	-
Glomdalsvatn	20.9.92	7,0	34,6	4,0	1,2	10,0
"	25.10.92	7,0	60,9	4,0	2,5-5,0	4,5 Ice
"	31.03.93	7,0	105,1	1,4	2,5	3,0 Ice
"	18.05.93	6,8	89,0	6,0	15,0	4,0 Flood

Table I. Some chemical and physical parameters from the localities examined.

The relatively high values of pH in Lake Glomdalsvatn can be due to a supply of lime from the karstarea. The other parametres shows clearly that the localities are oligotrophic.

Temperature

In Scandinavia *Tolypella canadensis* seems to prefer relatively cold water (Tab. I). The temperatures measured in Lake Glomdalsvatn are from the surface.

Attempt to cultivate the species of material collected on both 16.8. and 20.9.92 failed. The algae were put in glassjars outdoors, but they died after a few days. This was probably due to the high temperatures at that time.

In October the air temperature was lower, and specimens from this collection were still growing two months later. The specimens were green and healthy. In December 1992 the air temperature dropped well below zero, and the water with the algae froze to ice. After melting, the algae were still [redacted] healthy as before, both sterile and fertile plants. Plants collected in March 1993 were still growing well two months later, and they developed small antheridia and some small oogonia.

Epiphytes

Both in Lake Glomdalsvatn and in Karesuando *Bulbochaete* sp. was a common epiphyte on *Tolypella canadensis*. In Lake Glomdalsvatn the diatom *Fragilaria* sp. was frequently found on the alga. Even more common in this lake is *Coleochaete nitellarum* Jost which lives both endo- and epiphytic in the membrane of charophytes without cortex. In this locality some algae were so infested that *Coleochaete* must have caused harm.

In dead specimens after the cultivation attempt with specimens from 20.9.92, *Coleochaete* developed masses of ripe oospores after three weeks. The decomposing *Tolypella* specimens were also overgrown by Phycomycetes. *Coleochaete* was also found in March 1993.

Coleochaete nitellarum was also found on *Nitella flexilis*, but this species was not so heavily infested.

SOME BIOLOGICAL OBSERVATIONS

In all collections there were both sterile and fertile specimens. The small tufted plants were very often luxurantly fructifying. Antheridia and oogonia are found from July to October. Even in March 1993 I found some brown, not ripe oogonia. Antheridia is most common in young plants or shoots, which indicate protandrous development. On older plants and shoots oogonia are often dominant.

In the examined material only one ripe oospore was found on [redacted] specimen from Karesuando, collected 7.9.92. In specimens from Lake Glomdalsvatn, from 20.9.92 and especially from 25.10.92 brown oogonia with unripe oospores were common (Fig. 8). Such oogonia were also found in March 1993. It is reasonable to believe that the conditions in Lake Glomdalsvatn are not always favourable for a full development of the oospores of *Tolypella canadensis*.

In comparison, *Nitella flexilis* was found with ripe, black oospores on 20.9.92.

DESCRIPTION OF TWO NEW FORMS OF *TOLYPELLA CANADENSIS*

Tolypella canadensis has been described in detail by Sawa (1973). The species belongs to the Section Acutifolia T.F.A. (Rothia R.D.W.) where the endcells of the rays are forming a mucro.

When Hasslow (1939) determined a charophyte collected in Karasuando in 1909 to be *Nitella mucronata*, he must have used the mucro as an important detail. But he also realised that the specimens he examined were different from *Nitella mucronata*. In his note from 1939 he states "Von zwei Aussnahmen an den unteren Kränzen abgesehen, waren alle Kranzzweige ("Blätter") ungeteilt, indem sich an den Teilungspunkten keine Seitensegmente ausgebildet hatten. Während die unteren Kranzzweige oft nur zweizellig waren, wobei die äusserste Zelle einen sehr kleinen und dünnen Mukron bildete, bestanden diejenigen der oberen Kränze [redacted] 4 (oder ausssnahmensweise 5) Zellen, den kurzen Mukron mitgerechnet, und sie zeigten folglich einen mehrzelligen Hauptstrahl, wie oben gesagt ohne alle Teilungen. Die fertile Kranzzweige waren Köpfchenbildend mit den Fruktifikationsorganen sehr gedrägt. Das gesammelte Material war gering, einige Stückchen von höchstens 10 cm Länge." This description of *Tolypella canadensis* which Hasslow gives here will be used here to describe a form of the species. Concerning the level of the taxon, Hasslow describes it [redacted] *Nitella mucronata* A.Br. f. *haplophylla* Hasslow (Fig. 5). He had in mind to describe it as a variety, but as the careful man he was he writes "Wenn man darüber Gewissheit hätte, ob der Bestand der Pflanze durchgehend gleich wäre und sich von Jahr zu Jahr gleich hielte, so hätte man wohl den Fund als Var. aufnehmen können, aber nun muss man bis auf weiters sich damit zufrieden geben, ihn als Form zu bezeichnen, eine Form, die vielleicht nur zufällig ist."

The material examined by me can be divided in two types. These two types are here described as two forms of *Tolypella canadensis*.

***Tolypella canadensis* Sawa f. *glomdalensis* n.f.** (Fig. 6)

Nitella-like. To 27 cm high. Internodes to 6.5 cm. Whorls short, to 1.5 cm. 4-8 branchlets in a whorl. Each branchlet with 3 - cells and one mucro. Most sterile specimens. In fertile specimens the gametangia are found growing from stemnodia or on 1. node of branchlets.

This form is found both in Karesuando and in Lake Glomdalsvatn. It is presumably an ecotype, adapted to deeper water in more or less stagnant water in lakes.

Nitellae-similis. Altae ad 27 cm . Internodiis ad 6.5 cm. Verticillum breve ad 1.5 cm. 4-8 ramuli, in verticillo, 3-4 cellulares, cellula ultima mucronem formans. Specima plurima sterila. Gametangia ad nodos ramulorum fertilium.

***Tolypella canadensis* Sawa f. *hasslowii* n.f.** (Fig. 8)

Growing in tufted colonies. Height to 10 cm. Whorls to 0.7 cm, often longer than internodes. Commonly rich fructifying, with gametangia in heads.

This form is found both in Karasuando and in Lake Glomdalsvatn. The form fits the description of the species given by Sawa (1973) and Hasslows form from 1939. It is presumably an ecotype, adapted to shallow to medium deep, often strongly streaming waters.

Plantae ad 10 cm altae. Verticillum ad 0.7 cm, saepe longius quam internodii. Gametangia capitula formantes.

DISTRIBUTION OF *TOLYPELLA CANADENSIS*

Tolypella canadensis has been found in Canada and in Scandinavia (Fig. 9 and 10). The localities are listed below:

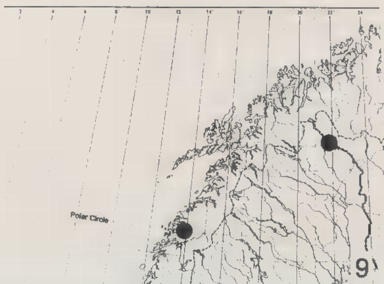


Figure 9. *Tolypella canadensis:* Distribution in Scandinavia.

Sweden

1. Torne Lappmark. Karesuando. Lake Ainettivarpanjävri (West of the mountain cabin Naimakka). July 1909. Leg. Thore C.E. Fries (Herb. Uppsala) (see Hasslow, 1939 p. 295).

2. Torne Lappmark. Karesuando. Lake Aidnuvarpijövri. The river Könkämäälven runs through the lake. 7.9.1992. Leg. Åke Siikavupio (Herb. Oslo, Herb. Uppsala).

Norway

1. Nordland. Rana. Lake Glomdalsvatn.

a) 28.08.1991 leg. Anders Langangen, b) 17.07.1992 leg. Anders Langangen, c) 16.08.1992 leg. Ole Fiskkjønn, d) 20.09.1992 leg. Ole Fiskkjønn, e) 25.10.1992 leg. Ole Fiskkjønn, f) 31.03.1993 leg. Ole Fiskkjønn, g) 18.05.1993 leg. Ole Fiskkjønn (all in Herb. Oslo)

Canada

1. Ontario. Thunder Bay. The shore of Lake Superior 0.2 mile east of Rossport. 20.7.1970 (Holotype) (Sawa 1973).

2. Ontario. Lake Huron in the inlet to Georgian Bay. 1981 (Sawa pers. comm.).



Figure 10. *Tolypella canadensis:* Known distribution.

DISCUSSION

Tolypella canadensis endemic to Canada has now been found in Scandinavia. The two scandinavian localities are in the northern part of this area, at the Polar circle and north of this. The Scandinavian specimens differ in many respects from the Canadian counterparts. There are both morphologically and ecological differences, our specimens show a bigger variation and their places of growth are different. In Lake Superior the algae grow on soft humus bottom, while here it is found on loamy sediments. In Canada the species has been found down to [redacted] meters deep in Lake Huron (Sawa pers. comm.), while here it is found on shallower places.

Tolypella canadensis seems to prefer cold waters. In Lake Glomdalsvatn the temperature on the surface has been measured from 11-3.0°C, and even lower in my glassjars. In Canada Sawa (1973) also gives relatively low temperatures, 12-17°C. Green shoots have been found from July to May, which proves that the species is perennial.

The winter must be a kind of bottleneck for *Tolypella canadensis* in Scandinavia. Lake Glomdalsvatn was on 25.10.1992 covered by ice, 6-7 cm thick. This, combined with much snow, which is common it the area, and the dark period by and north of the Polar Circle must reduce the penetration of light in the water radically. This means that the metabolic processes of *Tolypella canadensis* must be very low during wintertime. The conditions around the outlet are perhaps different, as the ice here often breaks because of the current of the water. This should be more closely examined.

The observed morphological similarities between *Tolypella canadensis* and *Nitella flexilis* show a similar adaption to this extreme environment. It seems that ecorticate charophytes are better adapted to cold water than corticated are. This also seems to be true as ecorticated forms of *Chara* have been collected in cold springs at Svalbard, and corticated forms have been collected in nearby warm springs (Langangen in prep.).

Cytologically *Tolypella canadensis* (and *T. boldii* Sawa) differ from the other members of the genus *Tolypella* by having chromosome number n=8. Sawa (1973)

have [redacted] detailed discussion of this phenomenon, and he concludes that the chromosome-number supports the idea that the two mentioned species represent [redacted] new taxonomic group within the section *Acutifolia*. I agree with this conclusion, and I would like to suggest naming this group after Hasslow.

Tolypella canadensis has a amphiatlantic distribution. This kind of distribution is well known among phanerogames, and is much discussed (Dahl, 1991).

As *Tolypella* is a very old genus dating back to oligocene (Grambast, 1974) or even beyond this (jura) (Horn af Rantzien, 1954), it is possible that *Tolypella canadensis* has survived from before the separation of the land masses, as many freshwater red algae are supposed to have done (Sheath & Hambrook, 1990). A problem with this model is how to explain how the alga could survive the glaciations in late Weichselian and earlier. In late Weichsel ice covered the areas where *Tolypella canadensis* now lives (Denton & Hughes, 1981).

Wading waterfowls are important dispersal vectors for charophytes (Proctor, 1962), and this is may be the easiest way to explain the recent distribution of *Tolypella canadensis*. There is reason to believe that the alga is more widely distributed that our present knowledge shows. The alga should be looked for in northern parts of Russia, Alaska and northern parts of Canada.

Acknowledgements - I [redacted] in debt to Ole Fiskkjønn and Åke Siikavupio who collected living algae for me. I am also grateful to thanks to Forsker Erik Syvertsen, Institute of marine biology, University of Oslo who helped me with the microphotography of the chromosomes, and to three of my collegues at Oslo Cathedral School, Oslo, Lektor Betsy Hansen who have read my manuscript and corrected my English language, Lektor Hilde Sejersted who has translated the latin diagnosis and Lektor Toril Sørensen who has translated the French résumé. Thank you also to Rune Økland, Botanical Museum, Oslo for determination of the moss.

LITERATURE

DAHL E., 1991 - Nunatakkteorien III - amfiatlanter og disjunkter. *Blyttia* 49: 17-33.

DENTON G.H. & HUGHES T.J.(red.), 1981 - *The Last Great Ice Sheet.* Wiley & Sons.

GRAMBLAST L.J., 1974 - Phylogeny of the Charophyta. *Taxon* 23: 473-481.

HASSLOW O.J., 1939 - Einige Characeenbestimmungen. *Bot. Notiser* 1939: 295-301.

HORN AF RANTZIEN H., 1954 - Middle Triassic Charophyta of South Sweden. *Opera Botanica* 1, 2: 1-83.

LANGANGEN A., 1986 - Kransalgen *Nitella flexilis* funnet på Saltfjellet. *Blyttia* 45: 11.

LAURITZEN S.E., 1983 - *Arctic and Alpine Karst Symposium, August 1-15, 1983. Program and Field Guide.* Dept. of Chemistry, University of Oslo.

PROCTOR V.W., 1962 - Variability of *Chara* oospores taken from migratory water birds. *Ecology* 43: 528-529.

SAWA T. 1973 - Two new species of *Tolypella* (Characeae) from North America. *J. Phycol.* 9: 472-482.

SHEATH R.G. & HAMBROOK J.E., 1990 - Freshwater ecology *in* Cole M. & G. Sheath; *Biology of The Red Algae.* Cambridge University Press, pp. 423-453.

TABLE DU TOME 14

G. ALONGI et M. CORMACI - Un comportement particulier du *Schizymenia dubyi* de Sicile et interprétation du cas du *Schizymenia epiphytica* (Gigartinales, Rhodophyceae) 173

J. BERTRAND - La densité des diatomées benthiques. Une nouvelle méthode de mesure (vitesse différenciée) 21

J. BERTRAND - Mouvements des diatomées III - Le pivotement polaire vertical de *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rab. Essai de quantification des forces 157

A. BONIS, P. GEMAYEL et P. GRILLAS - Polymorphisme enzymatique et morphologique comparé chez *Chara aspera* et *C. galioides* (Charophyceae) en Camargue 115

P.F.M. COESEL - Taxonomic notes on Dutch desmids II. 105

J.C. DAUGUET, M. BERT, J. DOLLEY et J.J. BERT - Stérols de l'algue rouge *Phycodrys rubens* (Delesseriaceae, Ceramiales) 99

A. DELL'UOMO e E. PELLEGRINI - Desmidiacee di un piccolo biotopo a sfagni nella torbiera lomasona (Trento, nord Italia) 191

J.C. DRUART et F. STRAUB - *Achnanthes catenata* Bily et Marvan, (Diatomophyceae), diatomée planctonique nouvelle pour les eaux douces françaises 95

N. ELKHIATI, M. GUERLESQUIN, M. RAMDANI et M. LOUKIDI - Sur une nouvelle localité de *Tolypella glomerata* (Characeae) au Maroc 209

A. GARCIA - *Chara halina* nov. sp. (Charophyta) de ambientes salinos de Argentina 65

A. LANGANGEN - Some morphological and ecological observations on *Chara canescens* (Charophyte) 215

A. LANGANGEN - *Tolypella canadensis*, a charophyte new to the European flora 221

R. LE COHU - Cingulum et système raphéen chez *Eunotia arcus* et *Eunotia bilunaris* (Bacillariophycées) 11

M. PENOT - Hommage à Francis MAGNE à l'occasion de son départ à la retraite 79

J. RIBIER, M. PATILLON et M.J. FALXA - *Borzia trilocularis*, très rare cyanobactérie d'eau douce isolé d'un sol aride (Néguev, Israël) 1

J. SOTO MORENO y F. CONDE POYALES - Datos sobre la flora algal bentonica de la isla de Alboran (Mar de Albran, Mediterraneo occidental) 183

A. SOURNIA - Catalogue des espèces et taxons infraspécifiques de Dinoflagellés marins actuels publiés depuis la révision de J. Schiller VI (Complément) 133

G. TELL et A. COUTÉ - Nouvelles observations sur les Desmidiacées (Chlorophyta, Zygnematales) d'Argentine au microscope électronique à balayage 43

G.H. TOMASZEWICZ - Errors in spelling of Latin names of taxa belonging to Mesotaeniaceae (Conjugatophyceae) 205

M.J. WYNNE, F. ARDRÉ and P.C. SILVA - The identity of *Fucus pepricarpos* Poiret ... 37

M.J. WYNNE - Recognition of *Rhodophyllis centrocarpa* (Montagne) comb. nov. (Cystocloniaceae, Rhodophyta) from Chile 145

Y. ZALOCAR de DOMITROVIC y H.N. PIZARRO - *Isthmochloron neustonica* una nueva especie de Tribophyceae 197

Résumés des communications dédiées à Francis MAGNE, présentées aux journées de travail de la Société Phycologique de France (4 et 5 février 1993) 83

Ouvrages reçus pour analyse 153

Instructions aux auteurs 77



Commission paritaire 15-9-1981 - N° 58611 - Dépôt légal 4e trimestre 1993 - Imprimerie F. Paillart
Sortie des presses le 31 octobre 1993 - Imprimé en France
Éditeur : A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames)
Président : D. Lamy ; Secrétaire : B. De Reviers
Trésorier : E. Bury ; Directeur de la publication : H. Causse

CRYPTOGAMIE

LE PÉRIODIQUE FRANÇAIS CONSACRÉ A LA CRYPTOGAMIE

CRYPTOGAMIE est un périodique édité par l'A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), dont le siège est au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle. Les chercheurs de tous pays y publient leurs travaux en français, allemand, anglais, espagnol et italien, après accord des Comités de Lecture constitués de spécialistes de réputation internationale.

CRYPTOGAMIE propose trois sections:

Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

Chaque section publie 4 numéros par an (tirage: 450 exemplaires).

THE FRENCH JOURNAL DEVOTED TO CRYPTOGAMY

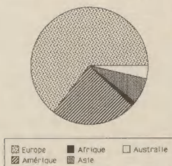
CRYPTOGAMIE is a periodical published by A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), settled at Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle. Research workers from the whole world publish their papers in French, German, English, Spanish and Italian, after acceptation by a selection commettee that comprises experts of international renown.

CRYPTOGAMIE offers to its subscribers three sections:

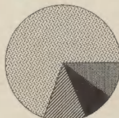
Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

Each section publishes 4 numbers a year (printing: 450 ex.).

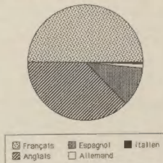
Diffusion de CRYPTOGAMIE



Origine des 453 articles publiés de 1986 à 1991



Répartition des articles publiés de 1986 à 1991 selon la langue



Source : MNHN, Paris

SOMMAIRE

J. BERTRAND - Mouvements des diatomées III - Le pivotement polaire vertical de *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rab. Essai de quantification des forces 157

G. ALONGI et M. CORMACI - Un comportement particulier du *Schizymenia dubyi* de Sicile et interprétation du cas du *Schizymenia epiphytica* (Gigartinales, Rhodophyceae) 173

J. SOTO MORENO y F. CONDE POYALES - Datos sobre la flora algal bentonica de la isla de Alboran (Mar de Alboran, Mediterraneo occidental) 183

A. DELL'UOMO e E. PELLEGRINI - Desmidiacee di un piccolo biotopo a sfagni nella torbiera lomasona (Trento, nord Italia) 191

Y. ZALOCAR de DOMITROVIC y H.N. PIZARRO - *Isthmochloron neustonica* una nueva especie de Tribophyceae 199

G.H. TOMASZEWICZ - Errors in spelling of Latin names of taxa belonging to Mesotaeniaceae (Conjugatophyceae) 205

N. ELKHIATI, M. GUERLESQUIN, M. RAMDANI et M. LOUDIKI - Sur une nouvelle localité de *Tolypella glomerata* (Characeae) au Maroc 209

A. LANGANGEN - Some morphological and ecological observations on *Chara canescens* (Charophyte) 215

A. LANGANGEN - *Tolypella canadensis,* a charophyte new to the European flora 221

Table du tome 14 233

Cryptogamie, Algol. 1993, 14 (4): 157-234.